

Beiträge

zur

Experimentellen Psychologie

von

HUGO MÜNSTERBERG,

Dr. phil. et med. Privatdocent der Philosophie an der Universität Freiburg i. B.

HEFT 3.

Inhalt

Neue Grundlegung der Psychophysik.



FREIBURG I. B. 1890.

AKADEMISCHE VERLAGSBUCHHANDLUNG VON J. C. B. MOHR

(PAUL SIEBECK).

1459

Akademische Verlagsbuchhandlung von J. C. B. MOHR (Paul Siebeck) in Freiburg i. B.

In meinem Verlage erscheinen:

Beiträge
zur
Experimentellen Psychologie
in Einzelheften.

Von

Hugo Münsterberg

Dr. phil. et med.,

Privatdocent der Philosophie an der Universität Freiburg.



Die „Beiträge“ werden in einer fortlaufenden Reihe von einzelnen zwanglos erscheinenden Heften die experimentellen Untersuchungen mitteilen, welche der Verfasser teils allein, teils in Gemeinschaft mit fortgeschritteneren Schülern, in seinem psychologischen Laboratorium ausgeführt hat und weiterhin ausführen wird.

Bisher sind erschienen:

Heft I.

1889 (188 Seiten) M. 4. —

Inhalt: Bewusstsein und Gehirn. — Willkürliche und unwillkürliche
Vorstellungsverbindung.

Heft II.

1889 (234 Seiten) M. 4. —

Inhalt: Zeitsinn. — Schwankungen der Aufmerksamkeit. — Augenmass. —
Raumsinn des Ohres.

Heft III.

1890 (122 Seiten) M. 3. —

Inhalt: Neue Grundlegung der Psychophysik.

Beiträge
zur
Experimentellen Psychologie

von

HUGO MÜNSTERBERG,

Dr. phil. et med. Privatdocent der Philosophie an der Universität Freiburg i. B.

HEFT 3.

Inhalt

Neue Grundlegung der Psychophysik.



FREIBURG I. B. 1890.

AKADEMISCHE VERLAGSBUCHHANDLUNG VON J. C. B. MOHR
(PAUL SIEBECK).



Druck der „Union“ Deutsche Verlagsgesellschaft in Stuttgart.

Inhalt.

	Seite
Neue Grundlegung der Psychophysik	1—122
I. Theorie der Empfindungsmessung	1
II. Neue Versuche	56
III. Das psychophysische Grundgesetz	92



Neue Grundlegung der Psychophysik.

I.

Theoretische Erwägungen der mannigfachsten Art führten mich vor längerer Zeit zu einem psychophysischen Problem, das bisher keiner experimentellen Prüfung unterzogen war, ja dessen Existenz überhaupt niemals beachtet, nicht selten sogar für unmöglich erklärt wurde. Bei solcher Sachlage musste die experimentelle Untersuchung zunächst tastend und unsicher vorwärts schreiten, aber jeder Schritt bestätigte, dass die aufgeworfene Frage denn doch nicht so sinnlos sei und ermöglichte, die theoretischen Betrachtungen zu vertiefen; die gewonnene Einsicht führte dann wieder zu exakterer Fragestellung und bei steter Wechselwirkung von Theorie und Experiment entstanden schliesslich Versuchsreihen, die, so unabgeschlossen sie auch heute noch sind, dennoch, wie ich glaube, ein neues Licht auf die Frage nach der Beziehung zwischen Reiz und Empfindung schon heute zu werfen geeignet sind. Und gewinnt die Psychophysik — das Wort in dem historisch gewordenen engeren Sinne gebraucht — auf diese Weise eine ganz neue Grundlage, deren Tragfähigkeit freilich noch in mancher Beziehung zu prüfen bleibt, so schliesst sich damit zugleich eine wesentliche Lücke im System derjenigen psychologisch - physiologischen Theorie, welche alle sogenannten Funktionen des Bewusstseins als Veränderungen des Bewusstseinsinhaltes auffasst, alle sogenannten Leistungen der transscendentalen Apperception auf psychophysisch bedingte Vorgänge zurückführt.

Die Darstellung kann dem thatsächlichen Entwicklungsgang der Arbeit nicht Schritt für Schritt folgen; sie wird die theoretischen Fragen losgelöst erörtern müssen, um die Berechtigung des experimentellen Problems klarzustellen, wenn auch das Experiment oft erst der Theorie den Weg zeigte, und sie wird andererseits als Konsequenz der Versuche Anschauungen entwickeln, deren hypothetische Anticipation gerade den Anstoss zu den Experimenten gab. Die Versuche werden somit in die Mitte der Darstellung treten müssen; eine allgemeine Erörterung muss uns zu dem Punkt führen, von dem aus ihre Berechtigung und ihre Bedeutung zu übersehen ist.

Die allgemeinste Frage, von der wir ausgehen müssen, ist diejenige, ob eine Messung von Empfindungen und Empfindungsunterschieden überhaupt möglich ist. Es ist bekannt, welche ungewöhnlich lebhafte und ergiebige Diskussion sich an dieses Thema angeknüpft hat, seit Fechner sein psychophysisches System auf Formeln stützte, welche die mathematisch genaue Messbarkeit von Empfindungen zur notwendigen Voraussetzung hatten. Auch vorher hatte die Frage, ob auf psychische Intensitäten Mathematik angewendet werden kann, die Philosophen nicht selten beschäftigt, aber zu wirklich eingehender Untersuchung vertiefte sich die Betrachtung doch erst in dem Moment, als die Frage eigentlich eben durch jene thatsächlich ausgeführten Berechnungen praktisch erledigt schien. Dabei waren die Angriffe gegen die einzelnen von Fechner behaupteten Beobachtungen, die dem Weberschen Gesetz zur Unterlage dienen sollten, prinzipiell offenbar sekundär; alle jene Untersuchungen, welche nur das Webersche Gesetz bezüglich seiner Gültigkeit einschränken oder in gewissen Gebieten durch eine ganz andere Formel ersetzen wollten, bejahen offenbar ebenfalls die Frage, ob Empfindungsintensitäten gemessen werden können. ¹ Prinzipiell voranstehend sind daher diejenigen Einwände, welche die Messbarkeit überhaupt mehr oder weniger bestritten und die

abgeleiteten Gesetze als missverständliche Deutungen der vorliegenden Thatsachen erklärten. In diesem Sinne haben Boas¹⁾, v. Kries²⁾, Stadler³⁾, F. A. Müller⁴⁾, Zeller⁵⁾, Elsas⁶⁾ und andere es ausgesprochen, dass die Empfindungsintensität niemals wie der Reiz zahlenmässig ausdrückbar ist, weil es keine Einheit gibt, an der sie gemessen werden kann.

Von diesen Ausführungen ist nun zweifellos vielerlei durch die geistvolle Kritik seitens Fechner, Wundt und zahlreicher Mitkämpfer durchaus widerlegt und andererseits hat jener absolut negierende Standpunkt sich entschieden unfähig erwiesen, die vorliegenden experimentell geprüften Thatsachen wirklich zu erklären. Trotz alledem aber kann ich mich der Ueberzeugung nicht verschliessen, dass in jener Argumentation ein, oft nicht klar erkannter, aber durchaus berechtigter Grundgedanke steckt, ein Grundgedanke, der in letzter Linie freilich der Empfindungsmessung nicht widerspricht, aber dieselbe doch wesentlich anders aufzufassen zwingt, als es bisher geschehen ist.

Dieser durchaus zutreffende Gedanke ist der, dass die starke Empfindung für unser Bewusstsein nicht das Multiplum einer schwachen Empfindung ist, dass die starke Empfindung psychologisch nicht aus schwachen zusammengesetzt ist, vielmehr etwas ganz Neues, in gewissem Sinne unvergleichbar ist, so dass einen messbaren Unterschied zwischen starker und schwacher Schallempfindung oder Lichtempfindung oder Temperaturempfindung u. s. w. zu suchen, zunächst nicht mehr Sinn hat, als den Unterschied zwischen salzig und sauer oder zwischen Kopfschmerz und Zahnschmerz mathematisch berechnen zu wollen. Das ist ja klar, dass, wenn in der starken

¹⁾ Boas, In Pflügers Archiv f. d. ges. Physiologie. Bd. 28. S. 568 ff.

²⁾ v. Kries, In Vierteljahrsschr. f. wiss. Philos. Bd. 6. S. 257 ff.

³⁾ Stadler, In Philosoph. Monatshefte. Bd. 16. S. 583.

⁴⁾ F. A. Müller, Das Axiom der Psychophysik. S. 1 ff.

⁵⁾ Zeller, Ueber die Messung psychischer Vorgänge. S. 5 ff.

⁶⁾ Elsas, Ueber die Psychophysik. S. 50 ff.

Lichtempfindung psychologisch eine schwächere Lichtempfindung gar nicht enthalten ist, dass es dann unpsychologisch ist zu sagen, die stärkere Lichtempfindung unterscheide sich von der schwächeren durch einen bestimmten Zuwachs; und soll nun dieser Zuwachs selbst wieder an der schwächeren Empfindung gemessen werden, gleichviel ob er das Zehnfache oder den zehnten Teil ausmacht, so müssen wir doch wieder zunächst fragen, ob die eine wahrgenommene Empfindung wirklich so oft in der anderen enthalten ist, wenn wir uns nicht völlig von dem entfernen wollen, was man gemeinhin unter Messen und Zählen versteht.

Die Methode der mittleren Abstufungen verlangt beispielsweise, dass wir drei Lichtstärken so herstellen, dass der Empfindungszuwachs von der ersten zur zweiten ebenso gross erscheint, wie der von der zweiten zur dritten. Wie kann ein solches Urteil möglich sein, wenn alle drei Empfindungen drei völlig verschiedene Bewusstseinsinhalte sind, von denen die Selbstwahrnehmung mir besagt, dass ich in der zweiten Empfindung nicht etwa die erste Lichtempfindung und ausserdem noch einen Zuwachs empfinde, sondern etwas ganz anderes und Neues, das wieder ebenso einfach und unzusammengesetzt ist, wie die erste Empfindung. Um wieviel eine Linie grösser ist als eine andere, kann ich messen, weil die Länge der kürzeren Linie in der grösseren enthalten ist; die schwächere Empfindung ist in der stärkeren aber nicht enthalten, gleichviel ob der, die schwächere Empfindung auslösende, Reiz in dem, der stärkeren Empfindung korrespondierenden, Reiz enthalten ist oder nicht. Mit Recht sagt v. Kries in diesem Sinne, „dass intensive Grössen unmessbar sind, weil die Gleichsetzung verschiedener Zuwüchse, von a auf b und von p auf q, keinen Sinn hat. In dem starken Ton steckt nicht so und so viel mal der schwache, wie im Fuss zwölfmal der Zoll enthalten ist und in der Minute sechzigmal die Sekunde“. Und nichts anderes meint Boas, wenn er sagt: „Wir können uns allerdings einen starken

Ton aus einer Anzahl leiser Töne zusammengesetzt denken, aber bei genauerer Prüfung zeigt es sich, dass sich diese Addition auf die Reize und nicht auf die Empfindungen bezieht. Die Empfindung des Leisen ist nicht in der des Lauten als Teil enthalten, während sich der Reiz, welcher die Empfindung des Lauten verursacht, aus vielen kleinen Reizen zusammensetzen lässt.“ „Die Empfindung ist ein vollkommen einfaches Element unseres Bewusstseins, das nicht weiter in Teile zerlegt, daher auch nicht aus kleinen Einheiten zusammengesetzt werden kann. Empfindungen darf man demnach nicht als Grössen auffassen und kann sie nicht messen, da es unmöglich ist, einen Massstab zu ihrer Vergleichung anzuwenden.“

Wir müssen unbedingt daran festhalten, dass die stärkere und die schwächere Empfindung zwei ganz verschiedene einfache Bewusstseinsinhalte sind, von denen wir zunächst nichts anderes aussagen können, als dass sie verschieden, d. h. nicht identisch sind. Uebertragen wir auf diese Verschiedenheit den Begriff der Grösse, setzen wir die Verschiedenheit eines Empfindungspaares gleich der Verschiedenheit eines anderen Empfindungspaares, so übertragen wir zunächst in ungerechtfertigter Weise auf psychisches Gebiet eine Eigenschaft der physischen Grössen, im speziellen Fall eine Eigenschaft der Reizverschiedenheiten. Wir werden später sehen, dass aus ganz anderen bisher übersehenen Gründen diese Grössenangabe und Messung dennoch vollkommen berechtigt ist; wir dürfen nur eben die Berechtigung nicht auf falscher Grundlage suchen und dürfen sie nicht dadurch erschleichen, dass wir von vornherein, dem klaren Thatbestand zuwider, die Empfindungsintensität für eine durch Zuwachs kleiner Grössen entstehende messbare Grösse ausgeben. Sind aber zwei verschieden starke Empfindungen wirklich zwei ganz verschiedene Bewusstseinsinhalte, so sehe ich nicht, wie man den Sachverhalt exakter auszudrücken vermag, als dadurch, dass man auch die sogenannten Intensitätsunterschiede als Qualitätsunter-

schiede bezeichnet; die starke Druckempfindung und die schwächere sind, wenn der Unterschied auch nur ein eben merkbarer sein mag, doch zwei qualitativ verschiedene Empfindungen und ebenso zwei Schallempfindungsstärken oder zwei Lichtempfindungsstärken.

Als Boas, übrigens in getreuer Reproduktion des Exnerschen¹⁾ Gedankenganges, in ähnlicher Weise die Intensitätsänderungen als Qualitätsänderungen in Anspruch nahm — die Messbarkeit der Empfindungsintensität sollte nach ihm lediglich in der Abschätzung der qualitativen Verwandtschaft verschiedener Empfindungen bestehen — da erwiderte Wundt²⁾, dass die veränderte Fassung des Problems kaum mehr als ein Wortunterschied sei. Ich kann dem nicht zustimmen; die Boassche Auffassung der Intensitätsschätzung scheint freilich auch mir durchaus verfehlt, aber die Bezeichnung der sogenannten Intensitätsänderungen als qualitative scheint mir denn doch in hohem Masse bedeutsam und weit mehr als ein Unterschied der Worte; es ist ein wesentlicher Unterschied des Sinnes. Nennen wir einen starken und einen schwachen Lichteindruck qualitativ verschieden, so wollen wir damit offenbar sagen, dass dieser Unterschied völlig koordiniert denjenigen Unterschieden ist, die wir sonst als qualitativ bezeichnen, also etwa dem zwischen roter und blauer Lichtempfindung. Wir wollen damit also ausdrücken, dass, wenn für gewöhnlich die quantitative Unterscheidung und die qualitative prinzipiell getrennt werden, diese Trennung theoretisch nicht begründet ist, die Unterschiede der einen Art ihrem Wesen nach durchaus dieselben sind, wie die der anderen Art, mithin alles dasjenige, wodurch die quantitative Unterscheidung von der qualitativen sich absondert, nicht in den Empfindungen selbst begründet sein kann, sondern auf irgendwelchen hinzutretenden Umständen beruhen muss. Das ist

¹⁾ Exner, In Hermanns Handbuch der Physiologie. Bd. II. 2. S. 243.

²⁾ Wundt, In Philosophische Studien. Bd. II. S. 12.

ja klar, dass alle qualitative Unterscheidung sich darauf beschränken muss, auszusagen, ob zwei Empfindungen gleich sind oder nicht, dass es also sinnlos wäre, einen Unterschied zwischen der Empfindung rot und blau zahlenmässig zu messen; ordnen wir den Intensitätsunterschied nun ebenfalls dem qualitativen Unterschied unter, so sagen wir damit aus, dass auch hier in jedem Fall zwei Bewusstseinsinhalte vorliegen, von denen wir an und für sich zunächst nichts anderes auszusagen vermögen, als dass sie gleich oder nicht gleich sind.

Eben deshalb sinkt die Frage nach der Bezeichnung selbst dadurch nicht zum Wortstreit herab, dass man zugibt, weder Qualität noch Intensität einer Empfindung sei eigentlich definierbar. In der That muss man diejenigen Aenderungen, die man gemeinhin als qualitative und quantitative bezeichnet, in sich erlebt und empfunden haben, um zu verstehen, was darunter gemeint ist; weder der eine noch der andere Bewusstseinsinhalt kann demjenigen, der ihn nicht erfahren hat, durch Erklärung ins Bewusstsein gerufen werden. Niemand wird das bestreiten und dennoch bleibt die Frage, ob jene prinzipielle Trennung der zwei verschiedenen Unterscheidungsarten begründet ist. Worin der qualitative Unterschied zweier Empfindungen besteht, lässt sich freilich nicht definieren; man muss es selbst empfinden; worin aber das Wesen der qualitativen Unterscheidung besteht, das lässt sich sehr wohl definieren. Es besteht in dem Urteil, ob die zwei Bewusstseinsinhalte identisch sind oder nicht. Genau so werden wir verzichten müssen, dem, der sie nicht kennt, quantitative Empfindungsunterschiede zu definieren; den Begriff der quantitativen Unterscheidung werden wir aber wieder sehr wohl zu definieren versuchen müssen und werden den Begriff als überflüssig und verwirrend aufgeben müssen, falls sich herausstellt, dass er sämtliche Merkmale mit dem Begriff der qualitativen Unterscheidung gemeinsam hat. Den quantitativen Empfindungsunterschied als qualitativen bezeich-

nen, hat also den sehr genauen Sinn, dass damit die intensiv verschiedenen Empfindungen als Bewusstseinsinhalte aufgefasst werden, von denen sich zunächst auch gar nichts anderes aussagen lässt, als das Urteil, ob sie identisch oder nicht identisch sind.

Mit derselben Motivierung könnte natürlich die so definierte Unterscheidung als quantitative bezeichnet werden; es würde dann jede Unterscheidung zweier beliebiger Empfindungen als quantitative zu beanspruchen sein. Das natürlich ist nun in der That ein Wortstreit, ob man beides qualitativ oder beides quantitativ nennen soll; ein Sinnstreit aber bleibt es, ob man beides gleichmässig oder das eine so, das andere anders bezeichnet. In jenem Wortstreit freilich würde der Sieg nicht lange zweifelhaft sein, denn niemand wird den Unterschied zwischen Ton und Farbe, zwischen Rosenduft und Nelkenduft als einen quantitativen bezeichnen wollen. Der Ausdruck „qualitative“ Unterscheidung besagt für uns gewohnheitsmässig eben dasjenige, was wir mit solchem Urteil im Auge haben, die Thatsache der Identität oder Nichtidentität der Bewusstseinsinhalte; unter der quantitativen Unterscheidung verstehen wir entschieden etwas anderes und wenn wir nun einmal etwas anderes auch über zwei verschieden starke Empfindungen auszusagen nicht berechtigt sind, vielmehr auch von ihnen nur sagen können, dass sie nicht identisch sind, so ist es offenbar ganz in der Ordnung, wenn wir die quantitativen Unterscheidungen den qualitativen unterordnen und nicht umgekehrt.

Stumpf¹⁾ meint nun trotzdem, dass es eigentlich überhaupt „nicht eine fassbare Meinung, nur eine unverständliche Ausdrucksweise“ sei, wenn Intensitäten als Qualitäten bezeichnet werden. Die Intensität ist nach Stumpf „eine der Qualität durchaus heterogene Seite der Empfindung. Qualitäten können ihrer Natur nach getrennt voneinander vor-

¹⁾ Stumpf, Tonpsychologie. Bd. I. S. 350.

gestellt werden: wird man es auch für möglich halten, eine Intensität ohne jede spezifische Qualität vorzustellen?“ Dieser ganze Einwand beruht nun unbedingt auf einem Missverständnis. Wer die üblichen Intensitätsverschiedenheiten dem Begriff der qualitativen Verschiedenheit unterordnet, der meint doch damit nicht, dass zu den im gewöhnlichen Sinne qualitativ verschiedenen Empfindungen die Intensität noch als eine neue Qualität hinzutrete, wie etwa ein Oberton zum Grundton hinzukommt. Gemeint ist doch offenbar vielmehr, dass je zwei Empfindungen qualitativ verschieden sind, gleichviel ob sie auf der Skala der früheren Intensitätsreihe oder auf der Skala der früheren Qualitätsreihe voneinander abliegen. Nehmen wir an, in einem Sinnesgebiet gäbe es zehn Empfindungsnuancen und für jede Nuance zehn Intensitätsstufen, so würde es dementsprechend nicht, wie Stumpf will, zehn Nuancierungsqualitäten und zehn Intensitätsqualitäten, also im ganzen nur zwanzig Empfindungsqualitäten geben, durch deren Kombination hundert Qualitätspaare entstehen, sondern es würde dann eben hundert ganz verschiedene Empfindungsqualitäten geben, deren jede für sich ganz einfach und unzusammengesetzt ist und die bloss die Eigentümlichkeit haben, sich so ordnen zu lassen, dass jede zwei verschiedenen Reihen angehört. Ein Punkt bleibt doch ein einfacher Punkt, gleichviel ob er in einer Linie oder in einer Fläche liegt, gleichviel also ob benachbarte Punkte nur nach zwei Richtungen hin vorkommen oder nach vielen Richtungen. Die Empfindung bleibt eine einfache Qualität, gleichviel ob andere Empfindungen von ihr durch jene Eigentümlichkeit veränderter Nuance oder durch veränderte Intensität qualitativ verschieden sind.

Würden alle Empfindungen uns nur in je einer Intensität gegeben sein, so würde der Begriff der Intensität überhaupt nicht existieren: die Nuance von bestimmter Intensität wäre eben der qualitative Inhalt der betreffenden Empfindung. Nun da wir wissen, dass es Empfindungen gibt, die bezüglich

der Nuance übereinstimmen und dennoch irgendwie verschieden sind, sollen wir diese einfache Empfindung plötzlich in zwei Inhalte zerlegen, von denen der eine unverändert bleibt, während der andere sich verändert? Nein, die Unmöglichkeit eine Intensität ohne Qualität vorzustellen, ist durchaus kein Beweis dagegen, dass auch die Intensitätsunterschiede im Grunde qualitativer Natur sind, denn letzteres kann eine sehr berechtigte Auffassung sein, ohne dass deshalb die Intensität ein von der Qualität unlösbarer Bestandteil der Empfindung ist, ebenso wie sich auch die Qualität nicht ohne Intensität vorstellen lässt. Jede Empfindung ist eben eine einfache Qualität für sich und unsere übliche Einordnung in eine qualitative und eine quantitative Reihe besagt nur, dass zwei ganz verschiedene Aenderungsweisen des äusseren Reizes zu Aenderungen der Empfindung, d. h. zu qualitativ neuen Empfindungen führen. Qualität und Intensität sind nicht zwei besondere Eigenschaften der einen Empfindung, sondern nur die Richtungen, in welchen die eine Empfindung mit anderen Empfindungen verglichen werden kann. Eine Farbe lässt sich ja sogar, auch wenn man von der Intensität absieht, nach zwei Richtungen bezüglich Nuance und Sättigung vergleichen; es wird deshalb auch nicht behauptet werden, dass jede einfache Farbenempfindung zwei voneinander trennbare Qualitäten einschliesst. Ganz ebenso darf man dann aber auch in den übrigen Empfindungen keine zwei voneinander ablösbaren Qualitäten suchen, sobald man die Vergleichbarkeit einer Empfindung mit anderen Intensitäten auf eine Gleichsetzung oder Nichtgleichsetzung, d. h. auf eine qualitative Unterscheidung beschränkt sehen will.

Lässt sich somit theoretisch nichts gegen die Bezeichnung der Intensitäten als Qualitäten einwenden, so ist damit nun natürlich noch nicht die Frage beseitigt, weshalb wir trotzdem gewohnt sind, die sogenannten intensiven Unterschiede den qualitativen Unterschieden als etwas ganz anderes gegen-

überzustellen. Die übliche Antwort auf diese Frage ist die, dass nicht Eigenschaften der Empfindung, sondern Eigenschaften der zu Grunde liegenden Reize daran schuld sind; wir sprechen von Intensitätsunterschieden der Empfindung, wenn nicht die Qualität, sondern die Stärke der Reize sich ändert.

Dass damit keine Erklärung geschaffen ist, die Begründung sich vielmehr im Kreise bewegt, liegt auf der Hand, denn, wenn wir angeben sollen, wodurch sich eine Stärkeänderung des Reizes von einer Qualitätsänderung unterscheidet, so sind wir in letzter Linie doch wieder auf die Empfindungsverhältnisse angewiesen und beanspruchen als stärkeren Reiz eben denjenigen, der eine intensivere Empfindung auslöst. An sich hat das Bewusstsein ja gar keinen Grund, die Veränderung der Schwingungszahl als Qualitätsänderung des Reizes, die Veränderung der Schwingungsamplitude als Stärkeänderung des Reizes aufzufassen; das umgekehrte wäre ebenso möglich. Wenn ein bestimmter Temperaturreiz zuerst auf einen Quadratcentimeter unserer Körperoberfläche einwirkt und dann auf zehn benachbarte Quadratcentimeter, so sagen wir nicht, dass die Stärke des Temperaturreizes zugenommen; dieselbe Stärke wirkt jetzt lediglich auf eine grössere Stelle. Wenn dagegen ein bestimmter Gewichtsreiz zuerst einen Quadratcentimeter belastet, dann aber auf jeden der zehn benachbarten Quadratcentimeter dasselbe Gewicht aufgelegt wird, so sagen wir, dass das Gewicht zehnmal so gross, der Gewichtsreiz also stärker geworden ist. Solche scheinbar ganz verschiedenartige Verhältnisse begegnen uns in mannigfaltigen Sinnesgebieten und überall ist die Intensitätsänderung der Empfindung der einzige feste Punkt, nach dem wir uns zu richten haben, wenn wir entscheiden wollen, ob eine objektive Reizänderung qualitative oder quantitative Bedeutung besitzt. Weder die physikalische Grösse der lebendigen Kraft noch die physiologische Anzahl der gereizten Sinnesorgannerven kann einen festen Massstab liefern.

Nur scheinbar widerspricht dem, dass wir manche extreme Stärkeverschiedenheiten der Reize subjektiv eigentlich als qualitative Unterschiede auffassen, etwa heiss und kalt, weiss und schwarz, Hautkitzel und schmerzende Berührung; hier scheint ja völlig das objektive Zustandekommen der Reizveränderung, nicht die Eigentümlichkeit der Empfindungsveränderung ausschlaggebend, sonst müssten wir heiss und kalt auch als qualitative Reizänderung vorstellen. Thatsächlich liegt es nun aber doch so, dass wir heiss und kalt nur deshalb auf eine Intensitätsskala setzen, weil die dazwischen liegenden Stufen durch Empfindungen repräsentiert werden, welche stets mit den nächstliegenden unzweifelhafte Intensitätsunterschiede aufweisen. Würden wir nur die Empfindung sehr heiss und sehr kalt kennen, so würden wir in der That den entsprechenden Reizen völlig verschiedene Qualitäten zuschreiben; nur dadurch, dass die Empfindung von 50° Hitze mit der von 45° lediglich intensiv verschieden ist, ebenso 45° von 40° u. s. w., nur dadurch gewinnen wir auch für die Temperaturen, und ähnliches gilt auch für die Tast- und Lichtgebiete, eine Intensitätsskala, auch wenn die Extreme subjektiv einen rein qualitativen Unterschied darbieten.

Nennen wir somit ausnahmslos Stärkeänderung eines Reizes diejenige, bei welcher die Empfindungsintensität sich ändert und ist andererseits in den sogenannten intensiv verschiedenen Empfindungen, wie wir sahen, zunächst gar nichts zu entdecken, was ihre Verschiedenheit prinzipiell von der qualitativen Verschiedenheit unterscheidet, so ist in der That nicht so ohne weiteres einleuchtend, worauf denn nun eigentlich die Trennung zwischen qualitativen und intensiven Empfindungsverschiedenheiten beruht. Die nächstliegende Annahme ist die des Zweifels, ob denn eine solche Trennung wirklich primär vorliegt, ob sie nicht vielleicht erst sekundär aus gewissen physikalischen Kenntnissen entstanden ist. Exner sagt in

diesem Sinne: „Es will scheinen, als wären wir aus unserer Empfindung heraus nie auf den Gedanken gekommen, dass zwei Eindrücke, etwa zwei Helligkeiten verschiedener Intensität, ein Ton der einmal schwach, dann stark angeschlagen wird, sich nur durch ihre Quantität unterscheiden; als hätte uns vielmehr die Erfahrung, dass der Reiz nur in seiner Quantität geändert werden muss, um von einer Empfindung zur andern zu führen, auf diesen Gedanken gebracht.“ Nun sahen wir aber schon vorher, dass in vielen Fällen solche Erfahrungen gar nicht ausreichen, vielmehr durch die Empfindung erst Ordnung in die Erfahrungen gebracht wird; eine grössere Quantität warmen Wassers ist nicht heisser, eine grössere Quantität salziger Lösung schmeckt nicht konzentrierter. Ueberdies, meine ich, spricht die individuelle wie die historische Entwicklung unbedingt dafür, dass wir eine ganz primäre Trennung zwischen Intensitäts- und Qualitätsunterscheidungen zugeben müssen.

Keinenfalls aber dürfen wir, falls wir sie dennoch bestreiten wollten, uns darauf stützen, dass in den Empfindungen selbst kein Anlass gegeben ist, weil die intensiv verschiedenen Empfindungen an sich nicht anders voneinander verschieden sind als die qualitativ verschiedenen. Es wäre ja vielmehr denkbar, dass bei den Intensitätsänderungen zu den Reizwahrnehmungen noch irgend etwas zweites hinzukäme, was bei den Qualitätsänderungen nicht vorhanden ist, dass also die Trennung auf Grund eines accessorischen Elementes eintritt und somit einerseits in der That nicht auf den Empfindungsunterschieden selbst beruht und andererseits dennoch, aller Erfahrung vorangehend, naturgemäss überall eintreten musste. Wir dürfen nicht von vornherein behaupten, dass es sich so verhalten muss; aber dass ein solcher Ausweg möglich ist, müssen wir von vornherein im Auge behalten.

Wir müssen nun noch einmal zu unserm Ausgangspunkt zurück. Wir hatten gesehen, dass zunächst diejenigen im Recht waren, welche der Empfindungsintensität eine Zunahme

im Sinne einer Addition absprachen, dass also die stärkere Empfindung nicht gleich der schwächeren Empfindung plus einem Zuwachs war, sondern beide völlig verschiedene Bewusstseinsinhalte sind, genau so wie zwei qualitativ verschiedene Empfindungen. Es wäre damit die Trennung zwischen qualitativem und intensivem Unterschied aufgehoben, die Messbarkeit der Empfindungen und Empfindungsunterschiede wäre beseitigt. Wir behaupten nun, dass dieser letzte Schluss übereilt sei, dass, obgleich auch die intensiv verschiedenen Empfindungen an sich nur qualitative Verschiedenheit aufweisen, dennoch eine Messbarkeit vorliegt und eben damit die fundamentale Differenz zwischen den reinen Qualitäts- und den Intensitätsunterschieden gegeben ist. Wir müssen zu dem Zweck uns orientieren, worin denn eigentlich auf den übrigen Gebieten des praktischen Lebens und der Wissenschaft unser Messen und Zählen besteht, um dann zu prüfen, ob dieselben Bedingungen auch bei der behaupteten Empfindungsmessung vorliegen. Die eingehendste Behandlung dieser Frage hat bekanntlich v. Kries geliefert; sein zu negativem Resultat führender Gedankengang kehrt im allgemeinen bei allen prinzipiellen Gegnern der Fechner'schen Psychophysik wieder und seine Argumente vor allem hat Wundt widerlegen müssen, als er die Empfindungsmessbarkeit verteidigte. Da uns hier beide Seiten nicht völlig im Recht zu sein scheinen, müssen auch wir von jenen bisher bevorzugten Gegengründen gegen die Messbarkeit der Empfindungen ausgehen.

v. Kries ¹⁾ zeigt, dass Messung stets auf der Gleichsetzung des Nichtidentischen beruht, dass es für die theoretische Messbarkeit in irgend einem Gebiet also darauf ankommt, ob die Gleichsetzung zweier nicht identischer Stücke zulässig ist und einen bestimmten Sinn hat. Unter diesem Gesichtspunkt betrachtet v. Kries die Messung von Raum, Zeit,

¹⁾ v. Kries, A. a. O. S. 257 ff.

Masse, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Kraft, mechanischer Arbeit, Temperatur u. s. w. Es ergibt sich, dass überall nur Längen-, Zeit- und Massenwerte untereinander verglichen werden und dass die Zurückführung aller andern Grössen auf jene vermittelt wird durch eine zweckmässig zu treffende Festsetzung. Wo eine solche Zurückführung auf einen festen Massstab durch eine derartig bestimmte Uebereinkunft nicht möglich ist, da kann von exakter Messung keine Rede sein. Von einer Messung der Empfindungen resp. einer Gleichsetzung verschiedener Stufen ihrer Intensitätsreihe könnte somit nur dann gesprochen werden, wenn willkürlich festgesetzt wird, was als gleich betrachtet werden soll. Wir können beispielsweise festsetzen, dass die eben merklichen Empfindungszuwüchse in einer ganzen Intensitätsreihe als gleich betrachtet werden; wir können ebenso gut auch festsetzen, dass diejenigen Empfindungszuwüchse als gleich gelten sollen, welche gleichen Reizzuwüchsen entsprechen. Ohne solche vorherige willkürliche Festsetzung, in der natürlich schon die ganzen ableitbaren Gesetze enthalten sind, hat es gar keinen Sinn zu behaupten, dass zwei Empfindungszuwüchse gleich sind; ein darauf gestütztes Gesetz ist somit ohne Bedeutung.

Wundt ¹⁾ erwiderte darauf, dass v. Kries zunächst schon die Faktoren der physikalischen Messung nicht zutreffend auffasst, insofern alle physikalischen Messungen, die über das rein Geometrische hinausgehen, eigentlich auf Zeitmessungen beruhen und wir bei Zeitmessungen ähnlich wie bei Intensitäten ebenfalls nicht im stande sind, zwei Zeitstrecken, die verschiedenen Teilen des unendlichen Zeitverlaufs angehören, aneinander zu messen. Wir bedürfen dazu vielmehr einerseits der Zurückführung auf Raumgrössen, deren Gleichheit uns anschaulich gegeben ist, andererseits der Voraussetzung, dass die Zeitdauer gewisser Naturerscheinungen unveränder-

¹⁾ Wundt, A. a. O. S. 1 ff.

lich ist. Voraussetzungen mischen sich also in jegliche, nicht rein räumliche Messung ein.

Vor allem aber sei zu bedenken, dass bei den psychischen Messungen wir nicht zwei Empfindungen, sondern zwei Unterschiede je zweier Empfindungen und auch diese nur in Bezug auf ihre Merklichkeit vergleichen; es sich also gar nicht um die Vergleichung zweier ganz verschiedener Empfindungsunterschiede, sondern um den Merklichkeitsgrad zweier Unterschiede handelt. Das Urteil „zwei gegebene Empfindungsunterschiede sind gleich merklich“ könne nun ohne allen Zweifel mit demselben Recht ein Gleichheitsurteil genannt werden, wie die Urteile „zwei Raum- oder Zeitstrecken sind gleich lang“.

Auf die verschiedene Auffassung der physikalischen Messung müssen wir sofort eingehend zurückkommen; bezüglich des letzten Wundtschen Argumentes sei aber darauf hingewiesen, dass es schwerlich die v. Kriesschen Bedenken zu beseitigen vermag. Dass wir von vier Empfindungen aussagen können, sowohl zwischen dem einen Paar, als auch zwischen dem anderen Paar bestehe ein merklicher Unterschied, das versteht sich von selbst, nur ist eine solche Aussage ganz wertlos und ungeeignet zu irgendwelcher Anknüpfung, wir können das ebenso gut von vier disparaten Empfindungen aussagen. Behaupten wir dagegen, der Unterschied zwischen dem einen Paar sei ebenso merklich, wie der zwischen dem anderen Paar, so meinen wir doch entschieden damit nichts anderes, als dass der bemerkte Empfindungsunterschied im einen Fall so gross ist, als im anderen Fall; wir vergleichen also, wenn auch die sprachliche Einkleidung leicht darüber hinwegtäuscht, thatsächlich die zwei Empfindungsunterschiede, von denen v. Kries behauptet, dass ihre Vergleichung ohne weiteres keinen Sinn hat. Mit anderen Worten, Wundt behauptet, ein solches Urteil sei ohne allen Zweifel möglich und v. Kries hält ein solches Urteil für sinnlos; geschlichtet ist dadurch der Streit natürlich nicht,

es sind lediglich zwei sich widersprechende Behauptungen hingestellt. Wenn aber v. Kries die Unvergleichbarkeit der Empfindungsunterschiede behauptet, weil die unmittelbare Selbsterfahrung ihn lehrt, dass die stärkeren Empfindungen nicht aus einer Vielzahl von schwächeren Empfindungen zusammengefügt sind, der einheitliche Massstab also den Empfindungen als solchen abgeht, und wenn Wundt ebenso auf Grund der Selbstwahrnehmung daran festhält, dass eine Gleichsetzung zweier Empfindungsunterschiede zweifellos berechtigt ist, so ist von vornherein wahrscheinlich, dass die beiden Aussagen sich nicht auf dasselbe beziehen; der Massstab kann den Empfindungen selbst fehlen und dennoch in einem anderen Faktor gegeben sein. Wir müssen, um den springenden Punkt zu erkennen, nun noch einmal auf die physikalische Messung zurückkommen.

Wundt und v. Kries sind darin einig, dass alle physikalischen Messungen auf Raum-, Zeit- und Massevergleichung beruhen; Wundt will nur die Masse auf Zeit und Raum und in letzter Linie die Zeitmessung auf Raummessung zurückgeführt wissen, kombiniert mit dem Vertrauen auf die Unveränderlichkeit der Naturgesetze. Die physikalische Methode ist ja damit erschöpft, aber der physikalische Gesichtskreis verlangt hier eine psychologische Ergänzung. Dass alle physikalischen Messungen auf Raum-, Zeit- und Massenwerte zurückführen, ist unanfechtbar; aber worauf beruht, das ist die wichtigere Frage, eben jene Messung von Raum, Zeit und Masse? Ist es Zufall, dass diesen drei Messungen solche besondere Bedeutung zukommt? Weshalb gewinnt die Geschwindigkeit oder die Temperatur oder der Elektromagnetismus nicht denselben prinzipiellen Wert? Wundt will nun freilich innerhalb jener Dreiheit noch Einschränkungen machen; Zeit und Masse soll schliesslich auf den Raum zurückführbar sein. So zutreffend diese Reduzierung nun vom Standpunkt der naturwissenschaftlichen Methodologie ist, so energisch muss sie bei prinzipieller Erörterung abgelehnt werden.

Der Physiker kann ja für exakte Zeitmessungen die Uhr nicht entbehren; wenn ich aber einen periodischen Schall erst etwa in Intervallen von einer halben Sekunde und nach einiger Zeit denselben Schall in Intervallen von drei Sekunden höre, so würde ich, wenn auch die messende Uhr jetzt sechsmal so langsam gehen sollte als vorher, trotzdem keinen Augenblick daran zweifeln, dass die Intervalle jetzt grösser sind, die Uhr mithin verschieden schnell ging. Unsere subjektive Zeitvergleiche ist und bleibt die Grundlage aller Zeitmessung, für deren Präzisierung wir wohl die räumlich abzumessenden Hilfsmittel herbeiziehen, die aber prinzipiell durchaus selbständigen Wert behält und niemals der Raumvergleiche ganz untergeordnet werden kann. Daher ist Wundts Behauptung, dass wir nicht im stande sind, zwei Zeitstrecken, die verschiedenen Teilen des Zeitlaufs angehören, aneinander zu messen, von der inneren Erfahrung leicht zu widerlegen. Dass wir nicht die eine Sekunde aus dieser Stunde herausreissen können, um sie neben die andere Sekunde in der nächsten Stunde zu halten, und so beide zur Deckung zu bringen, das ist ja freilich wahr. Genau so können wir aber auch eine Raumstrecke hier nicht aus dem Raum herausbrechen, um sie dort danebenzulegen. Auch unsere Raumvergleiche besteht ja nur darin, dass wir erst die erste Raumstrecke wahrnehmen und dann die Wahrnehmungsvorstellung reproduzieren, sobald wir die zweite Raumstrecke wahrnehmen. Dem gegenüber ist jeder andere Längenmassstab sekundär.

Wenn unser Augenmass uns sagt, dass zwei Grössen ungleich sind und optische Täuschung ausgeschlossen ist, so würden wir eher annehmen, dass der körperliche Massstab sich verändert hat, ehe wir dem Massstab glauben, dass die Strecken gleich sind. In genau gleicher Weise nehmen wir eine Zeitstrecke wahr und können die gewonnene Vorstellung in der Erinnerung reproduzieren, sobald wir später eine andere Zeitstrecke wahrnehmen; thun wir das, so messen wir that-

sächlich eine Zeitstrecke an einer anderen. Und derselbe Weg führt uns zum Messen der Masse; auch hier ist der objektive, den Wert ins Räumliche übertragende Massstab nur die nachträgliche Ergänzung zu dem primären Gewichtsmasse der subjektiven Vergleichung. Wenn wir zwei Gewichte nacheinander heben und einen deutlichen Gewichtsunterschied wahrnehmen, so würden wir die Wagschale für unzuverlässig erklären, welche für beide gleiches Gewicht angibt.

Dass wir Raumgrößen untereinander, Zeitstrecken untereinander und Gewichte untereinander in unmittelbarer subjektiver Schätzung vergleichen können, das ist die Grundlage unserer gesamten physikalischen Massmethoden; ohne diese subjektive Fähigkeit wären alle objektiven Massinstrumente für uns so sinnlos, wie ein Mikroskop wertlos wäre ohne Auge. Weit entfernt also, die drei Schätzungen auf eine reduzieren zu dürfen, müssen wir vielmehr diese Dreiheit als eine durchaus ursprüngliche anerkennen und müssen uns vergegenwärtigen, worin nun eigentlich in diesen drei Fällen das Messen besteht.

Wir haben schon gesehen, dass es sich stets darum handelt, die zweite Wahrnehmung mit der reproduzierten Vorstellung der ersten Wahrnehmung zu vergleichen, aber wie dabei das eigentliche Messen zu stande kommt, ist damit natürlich noch nicht gesagt. Die übliche Auffassung, die auch v. Kries wiederholt, ist die, dass alle Messung auf der Gleichsetzung des Nichtidentischen beruhe. Ich kann den Ausdruck und die zu Grunde liegende Vorstellung nicht gutheissen; ich glaube vielmehr, dass es sich da um eine Auffassung handelt, die der Schulsprache einer abstrakten Logik entnommen ist, die aber durchaus keinen wirklichen psychologischen Vorgang bezeichnet. Wollen wir nicht ganz in die Metaphysik geraten, so können wir uns darunter, dass unser Bewusstsein zwei nicht identische Bewusstseinsobjekte „gleichsetzt“, in keiner Weise einen bestimmten psychologischen

Akt vorstellen; unser Bewusstsein nimmt identische oder nichtidentische Eindrücke auf und associiert dazu Aussagen darüber, ob diese Wahrnehmungsvorstellungen identisch oder nicht identisch sind, oder ob in den nichtidentischen vielleicht zum Teil identische Elemente enthalten sind, aber Nichtidentisches gleichzusetzen, kann nie eine Funktion unseres Bewusstseins repräsentieren.

Das, was wirklich gemeint ist, beschränkt sich in der That psychologisch darauf, dass bei jeder Messung unser Bewusstsein identische Elemente in nichtidentischen Vorstellungen konstatiert. v. Kries hatte gemeint, dass nur bei der Masse es einer Festsetzung bedürfe, was als gleich gedacht wird; in der That haben die beiden Vorstellungen von zwei Massen eine ganze Reihe von Elementen, welche nicht gleich sein müssen, die gleiche Empfindung des Gewichtes ist nur einer von den vielen Vorstellungsfaktoren. Ganz dasselbe gilt aber auch von Raum und Zeit, bei denen v. Kries diese Uebereinkunft für überflüssig hielt. Die Vorstellungen, welche zwei Raumstrecken in uns hervorrufen, sind ebenfalls nicht zwei einfache gleiche oder ungleiche Empfindungen, sondern die Empfindungen der Begrenzungsmarken, der Farbe, des Hintergrundes und vielleicht vieles andere können ebenfalls neben der Grössenempfindung in die Vorstellung der Raumgrösse eingehen und können ganz ungleich sein, obgleich wir die Raumgrössen gleich nennen. Und ebenso Zeitstrecken; im zweiten Heft dieser Beiträge habe ich ausführlich entwickelt, wie die unmittelbare Zeitwahrnehmung stets eine Synthese mehrerer Empfindungen darstellt, wie speziell die Wahrnehmung der zeitlichen Begrenzungsreize für diese Synthese nötig ist, und dennoch nennen wir zwei Zeitstrecken gleich, wenn auch die Begrenzungen ganz verschieden sind. Bei Raum-, Zeit- und Massewahrnehmungen entstehen in uns also stets komplexe Vorstellungen, in welche mannigfaltige Empfindungen eingehen und stets nennen wir mit Rücksicht auf Messungen zwei solche Vorstellungen gleich,

wenn eine bestimmte Empfindung in beiden identisch ist, so sehr auch die übrigen Elemente der Synthese differieren mögen.

Welches ist nun dieses entscheidende Vorstellungselement? Hier ist nicht der Ort, in nähere Analyse jener Vorstellungen einzutreten; bezüglich Raum und Zeit habe ich es an anderem Ort ausführlich versucht¹⁾, bezüglich Gewicht sind unsere Anschauungen durch die neuen wertvollen Arbeiten von G. E. Müller-Schumann²⁾ und Goldscheider³⁾ überaus gefördert worden. Bei räumlichen Grössen ist es diejenige Muskelempfindung — hier wie im folgenden ist unter Muskel die zugehörige Sehne stets mitverstanden —, welche bei der Durchmessung der Gesichtsraumgrösse durch die notwendige Augenbewegung ausgelöst wird, sei es, dass die Bewegung wirklich neu vollführt wird, sei es, dass die Erinnerung an früher vollzogene Bewegung die reproduzierte Bewegungsempfindung auch bei unbewegtem Blick als Innervationsempfindung zur Lichtempfindung hinzuassociiert. Handelt es sich um Strecken des Tastraums, so sind es die Gliederbewegungsempfindungen, handelt es sich um Winkelgrössen des Schallraums, so sind es die wahrgenommenen oder in der Erinnerung reproduzierten Bewegungsempfindungen in denjenigen Muskeln, welche die Kopfstellung verändern. — Für den Zeitsinn kommen, wie ich des näheren dargelegt, die verschiedensten Muskelgruppen in Betracht, vornehmlich die des Hinterkopfes, des Halses, der Schultern, sekundär die von Rumpf und Gliedern; überall aber handelt es sich nicht um Verkürzungen der Muskeln, wie beim Raum, sondern um

¹⁾ Beiträge z. exp. Psych. Heft II. Zeitsinn. Augenmass. Lokalisation der Schallempfindung.

²⁾ G. E. Müller u. Schumann, Die psychol. Grundlage der Vergleichung gehobener Gewichte. In Pflügers Archiv f. d. ges. Physiol. Bd. 45. S. 37.

³⁾ Goldscheider, Untersuchungen über den Muskelsinn. In Dubois' Archiv f. Physiol. 1889. S. 369 u. Suppl. S. 141.

Spannungen. — Beim Gewicht schliesslich ist die entscheidende Empfindung in den verschiedenen Vorstellungen die der gleichen Hubkraft bei gleicher Hebezeit; dass die Gleichheit der zum Heben in Anspruch genommenen Zeit wie alle Zeitgrössen durch Spannungsempfindungen wahrgenommen wird, versteht sich aus dem Vorangehenden von selbst, aber auch darüber kann kein Zweifel sein, dass die Empfindung gleicher Hubkraft ihre Quelle in den kontrahierten und gespannten Muskeln hat. Die einzige psychologische Grundlage unserer physikalischen Messungen ist mithin unsere Muskelempfindung, insofern alles Messen auf Messung der Raum-, Zeit- und Massegrössen beruht und eine Beurteilung dieser nur auf Grund der in die betreffenden Vorstellungen als Faktor eingehenden Muskelempfindung möglich ist.

Nun können wir ja Gleichheit gewisser Elemente bei nichtidentischen Vorstellungen auch bezüglich anderer Empfindungen konstatieren; wir können zwei farbige Papiere gleich nennen, wenn beide rot sind, obgleich das eine rund, das andere viereckig geschnitten ist; die Farbenempfindung ist hier gleich, die Muskelempfindung nicht. Weshalb können nun solche Gleichheitsurteile niemals die Grundlage einer Messung bilden, weshalb bedarf es dazu stets der gleichen Muskelempfindungen? Deshalb, weil in jeglicher Wahrnehmung die Muskelempfindung das einzige Element ist, welches, sobald ich das Wahrnehmungsobjekt zerteile, in jedem Teile wiederkehrt, aber in jedem Teil in geringerem Masse enthalten ist als im Ganzen. Jeder Teil des roten Papiers ist wieder ebenso rot, und war das Papier nicht ganz rot, so werden einige Teile rot sein, andere nicht; jeder Teil der Raumgrösse aber ist ausgedehnt und doch weniger ausgedehnt als das Ganze, jeder Teil einer Masse hat Gewicht und doch weniger Gewicht, als die ganze. Ich kann mir mithin jede Raum-, Zeit- oder Massengrösse zerlegen in Teile, deren jeder gleich gross ist d. h. gleich

starke Muskelempfindung hervorruft, und betrachte ich die von einem bestimmten Objekt erzeugte Muskelempfindung als Einheit, so kann ich jedes Objekt so zerteilen, dass jeder Teil die Einheitsmuskelempfindung anregt. Sind zwei verschieden grosse Objekte gegeben, so kann das grössere in einen Teil zerlegt werden, dessen Muskelempfindung derjenigen des kleineren Objektes gleich ist, und einen zweiten Teil, der durch weitere Zerlegung auf Teile von gewählter Einheitsmuskelempfindung reduziert wird. Diese Eigentümlichkeit der Muskelempfindung, bei jeder Zerteilung des Objektes sich zu verändern und doch bei keinem Teil zu fehlen, sie allein ermöglicht die Messung, welche, nachdem die Zerteilung des Objektes erfolgt ist, ja doch schliesslich nur auf der Konstatierung der in die Vorstellung eingehenden gleichen Muskelempfindung beruht. Zwei ungleich grosse Objekte ermöglichen uns zunächst auch ebenso wenig eine messende Aussage, wie zwei ungleich gefärbte oder ungleich temperierte; nur weil wir die ungleich grossen in verschieden viele Teile von gleicher Grösse, also von gleicher Muskelempfindung zerlegen können, während wir die verschieden farbigen nie in Teile von gleicher Farbe, die verschieden temperierten nie in Teile von gleicher Wärme zerteilen können, nur deshalb nützt uns die Farben- und Temperaturempfindung bei der Messung gar nichts und die Muskelempfindung so ungeheuer viel.

Alle physikalische Messung beruht also auf der Konstatierung resp. Herstellung gleicher Muskelempfindungen; meiner Ansicht nach ruht auf genau derselben Grundlage alle Messung der psychischen Grössen, der Empfindungsintensitäten, und eben weil die Grundlage dieselbe ist, kommt der psychischen Intensitätsmessung auch dieselbe Berechtigung zu wie allen physikalischen Messungen.

Jegliche Reizwahrnehmung nämlich ruft in unserem psychophysischen Organismus reflektorisch eine Muskelspannung hervor, deren Stärke zunächst abhängig ist von der Intensität

des Reizes — sekundäre Einflüsse lernen wir später kennen. Verändert sich die Qualität des Reizes, so verändert sich jene Muskelspannung nicht; verändert sich aber die Intensität des Reizes, so muss sich auch die Muskelspannung verändern und diese Änderung tritt als Spannungsempfindung in unser Bewusstsein. Nehmen wir zwei successive Reize von verschiedener Intensität wahr, so bildet das entsprechende Empfindungspaar mithin eine komplexe Vorstellung, in die als Element auch jene Empfindung der veränderten Muskelspannung eingeht, und dieses dem Muskelsinn entstammende Element wird hier wie bei allen physikalischen Objekten die Grundlage der Messung sein. Haben wir auf einer Intensitätsskala das Empfindungspaar a und b und das andere Paar p und q, so wird zwar, wie v. Kries ganz richtig einwand, es sinnlos bleiben, den Empfindungszuwachs von a zu b gleich zu setzen dem von p zu q, denn alle vier Empfindungen sind Bewusstseinsinhalte einfacher, in sich unvergleichlicher Art, so dass a nicht in b und p nicht in q enthalten ist; aber indem die Spannungsempfindung bei der successiven Wahrnehmung von a und b dieselbe ist, wie bei der successiven Wahrnehmung von p und q, enthält die Vorstellung des einen Empfindungspaares in der That ein identisches Element mit der Vorstellung des anderen Empfindungspaares.

Wir können daher mit genau derselben Berechtigung, mit der wir sagen: diese Raumgrösse ist gleich jener, diese Masse ist gleich einer anderen, nun auch behaupten: dieser Empfindungsunterschied ist gleich jenem; in allen Fällen handelt es sich ja eben darum, dass zwei ihren übrigen Bestandteilen nach ganz verschiedenen Vorstellungen ein Element, nämlich die Muskelempfindung, gemeinsam ist. Würde unser Organismus auf Reizwirkung nicht durch solche reflektorische Spannungen reagieren, so würde die Welt uns eine unendliche Menge von Reizen sein, zwischen denen wir keine anderen Unterschiede als

qualitative kennen, d. h. wir würden von je zwei Reizen nur sagen können, ob sie gleich oder nicht gleich sind. Wir würden ja freilich die an Stärke verschiedenen Reize ebenso wie die verschieden nuancierten Reize nach einer gewissen Aehnlichkeit ordnen können, d. h. nach den gemeinsam ausgelösten Gefühlen und den gemeinsam angeregten sekundären Organempfindungen, aber von einer prinzipiellen Trennung zwischen qualitativer und quantitativer Unterscheidung wäre gar keine Rede. Das stärkere Licht wäre vom schwachen in genau derselben Art verschieden, wie das rote vom blauen, der laute Ton vom leisen ebenso, wie der Grundton von der Quinte. Diese prinzipielle Trennung entsteht lediglich dadurch, dass die eine Qualitätenreihe von einer kontinuierlichen Reihe wechselnder Spannungen begleitet ist, die andere nicht; und jene Aenderungen des Bewusstseinsinhaltes, die mit solchen Spannungsempfindungen associiert sind, nennen wir nicht qualitative, sondern intensive.

v. Kries hatte also ganz recht damit, dass die Empfindungsintensitäten selbst an sich unvergleichbar sind, aber Wundt hatte ebenso recht damit, dass die Aussage, ein Empfindungsunterschied ist gleich einem anderen, sehr wohl berechtigt ist; wir müssen uns nur vergegenwärtigen, dass wir von einem Empfindungsunterschied zu sprechen gewohnt sind, wo wir thatsächlich eine Unterschiedsempfindung meinen, eine Vertauschung, die eigentlich nur so lange berechtigt war, als man sich die Unterschiedsempfindung entstanden dachte durch Subtraktion zweier intensiv verschiedener Empfindungen, während die Vertauschung eigentlich ungenau ist, nachdem wir eingesehen haben, dass von solcher Subtraktion oder von einem Empfindungszuwachs nirgends die Rede sein kann, sondern unsere Unterschiedsempfindung sich auf Spannungsveränderungen bezieht, welche den Uebergang von einer Empfindung zur anderen begleiten.

Ehe wir nun einige naheliegende Stützen unserer Theorie betrachten, um schliesslich zu den eigentlich beweisenden

neuen Experimenten überzugehen, liegt es nahe, allgemein die Frage aufzuwerfen, wie denn gerade der Muskelsinn zu dieser beherrschenden Rolle in unserer psychophysischen Organisation kommt, weshalb gerade seine Angaben zum Massstab aller Empfindungsvergleichung werden. Wir werden ein biologisches und ein psychophysisches Moment dabei unterscheiden müssen. Biologisch nämlich kommt derjenige Umstand in Betracht, der für das Verständnis der phylogenetischen Entwicklung im sensorischen und motorischen Apparat geradezu ausschlaggebend ist, der Umstand, dass jede sensorische Reizung für die Erhaltung des Organismus nur dann irgend eine Bedeutung besitzen kann, wenn auf Grund der vorhandenen Bahnen geringsten Widerstandes die centripetale Reizung sich in eine centrifugale Wirkung umsetzt. Ist diese centrifugale Wirkung dem Reiz gegenüber für den Organismus nützlich, so wird diese Leitungsbahn sich entwickeln können; ist sie schädlich, so wird der Organismus im Kampf ums Dasein zu Grunde gehen; hat die sensorische Reizung aber überhaupt keine centrifugale Wirkung, so ist nicht verständlich, welche Bedeutung die centrale Erregung für das Individuum besitzen soll, es ist eine für die Existenz wertlose Arbeitsleistung, deren physiologisches Substrat bald rudimentär werden und verschwinden würde. Nur wenn wir den aus centripetaler Bahn, centraler Masse und centrifugaler Bahn bestehenden Apparat als einen einheitlichen mit einheitlicher Funktion auffassen, nur dann können wir verstehen, wie unter der stetigen Komplizierung der einwirkenden Reize sich alle Teile des Apparates vom niederen Tier bis zum entwickelten Menschen stetig differenzierten, aber dann wissen wir auch zugleich, dass es keine Reizwahrnehmung, keine Vorstellung geben kann, bei welcher nicht die zu Grunde liegende centrale Erregung gleichzeitig zur Ursache centrifugaler Wirkung wird.

Jeder zum Centrum geführte Reiz strebt, sich in periphere Leistung umzusetzen; es ist also nicht erst eine später

erworbene Fähigkeit, bei einer äusseren Einwirkung eine bestimmte Bewegung zu wollen und zu vollführen, sondern umgekehrt muss es geübt und erlernt werden, die Bewegung nicht zu wollen, zu hemmen. Die individuelle Entwicklung muss, je komplizierter und mannigfaltiger die gleichzeitig wirkenden Reize sind, desto mehr zu Hemmungen centrifugaler Wirkungen führen, da antagonistische Bewegungen nicht gleichzeitig möglich sind, aber das Ursprüngliche und Natürliche ist die Entladung jeder centripetalen Reizung in centrifugale Bahnen. Dass jeder Reizwahrnehmung sich eine gewisse Muskelthätigkeit zugesellt, ist also kein Zufall, sondern bedingt durch die gesamte Entwicklung und die biologische Bedeutung des sensomotorischen Apparates.

Selbstverständlich wird die centrifugale Wirkung eine mannigfache sein, und zwar wird das eigentliche Bewegungsergebnat in erster Linie von der Qualität des Reizes abhängen, während die Intensität des Reizes nicht so sehr die motorischen Effekte als besonders die sekundären Spannungen beeinflussen wird, jene Spannungen, welche in den Sinnesorganen, in der Kopfmuskulatur, in Hals, Schultern, Armen, Rumpf, schliesslich im ganzen Körper ablaufen, um den psychophysischen Organismus in günstigste Bedingungen zur Aufnahme des Reizes überzuführen. In diesem Sinne sei auf die muskuläre Antagonistenspannung zwecks genauer Einstellung der Sinnesorgane hingewiesen, dann auf die stärkere Spannung in der Kopffixierung, welche bei stärkerem Reiz auf die Muskeln der Schultern und Wirbelsäule übergreift, um schliesslich durch Spannung der Brustkorbmuskulatur die Atmung willkürlich zu regulieren; dann auf diejenigen Innervationen, durch welche die Reizempfindung ihre Einordnung in das System der Raumvorstellung erhält, Innervationen, welche ebenfalls mit der Reizstärke wachsen, bis sich schliesslich der ganze Körper gewissermassen der Reizquelle zuwendet und sich ihm, sei es zu nähern, sei es abzuwenden, trachtet, bis der Reiz endlich jene Stärke erreicht, bei der

er schmerzhaft wird, und bei der nun alle Muskeln so gespannt werden, als müsse der Körper dem übermächtigen Einfluss gegenüber alle Kräfte sammeln.

Nun wirkt keines dieser Momente isoliert; in weitreichender Koordination passen sich die Spannungen in verschiedenen motorischen Zonen aneinander an und strahlen gewissermassen über. Insofern aber die Kopfhalsmuskulatur bei Sinnesorganeinstellung, bei Kopffixierung, bei Lokalisation und bei Atmungsregulierung Einfluss hat, ist vornehmlich ihre Thätigkeit im Mittelpunkt des gesamten Gefüges unserer Spannungsempfindungen und dieselbe wächst, wenn irgend eines der anderen Muskelsysteme zu wachsender Arbeit gelangt. Gerade das unterliegt nun freilich grossen individuellen Schwankungen; es gibt Menschen, bei denen die mit dem Reiz wachsende Spannungsempfindung ganz besonders von Schulter und Oberarm auszugehen pflegt, andere, bei denen die Empfindungen der Brustmuskulatur im Mittelpunkt zu stehen scheinen, während bei den meisten der Hinterkopf und angrenzende Gebiete besonders beteiligt erscheinen. Dass wir uns im gewöhnlichen Leben bei der Unzahl auf uns gleichzeitig einwirkender Reize von verschiedenster Intensität der begleitenden, zum Teil sich aufhebenden Spannungen nicht bewusst werden, versteht sich von selbst, genau so, wie wir ja auch die aller Lokalisation zu Grunde liegenden Bewegungsempfindungen nicht als solche wahrnehmen. So wie wir dem qualitativen Eindruck durch die psychophysisch bedingte Verbindung mit bestimmter Bewegungsempfindung einen bestimmten Lokalwert geben, so geben wir dem qualitativen Eindruck durch die ebenfalls psychophysisch notwendige Verbindung mit bestimmter Spannungsempfindung den bestimmten Intensitätswert.

Das sei nicht missverstanden. Würde die begleitende Bewegungsempfindung fehlen, so würde die Reizquelle nicht verschwinden und die Reize würden nicht, wie man zuweilen

behauptet hat, chaotisch in einem Punkt zusammenfließen. Es würde vielmehr auch dann noch jeder Reiz eine besondere Empfindung auslösen, nur würde den Empfindungen jene feste Anordnung fehlen, welche unsere Raumvorstellung bildet; jeder räumlich gesonderte Punkt böte eine neue Empfindung, aber den Empfindungen würde das Raumzeichen fehlen, ihre Ordnung würde uns nie als räumliche zum Bewusstsein kommen, ähnlich wie wechselnde Töne oder Gefühle keinen Raumwert haben. Ebenso würden nun auch intensiv verschiedene Reize, wenn ihre Wahrnehmung nicht von wechselnden Spannungsempfindungen begleitet wäre, dennoch nach wie vor als verschieden empfunden werden; der starke Ton und der schwache, das helle Licht und das matte würden nicht mit einemal aufhören, verschieden zu erscheinen, nur den verschiedenen Empfindungen würde die Einordnung in eine Intensitätsreihe fehlen. Die Verschiedenheit würde wahrgenommen werden, aber eben nur in dem Sinne, dass die zwei Empfindungen als nicht identisch anerkannt würden, d. h. im Sinne qualitativer Verschiedenheit; dass ihre Verschiedenheit von der gemeinhin qualitativen Unterscheidung differiert, dass ihre Verschiedenheit eine ganz besondere Art ist, das würden wir unbeachtet lassen, das Wesen der Intensitätsunterscheidung, das würde uns nicht nur fehlen, sondern völlig sinnlos und unverständlich bleiben. Erst durch die Zuordnung der Qualitäten zu den Spannungen entsteht jenes zweifach mannigfaltige System von Empfindungen, das uns von Qualitäten und Intensitäten zu reden erlaubt.

2/ Wir müssen aber neben dem biologischen auch ein psychophysisches Moment würdigen. Es könnte nämlich scheinen, als hätten wir uns mit alledem nur im Kreise gedreht. Wir hatten behauptet, dass die Empfindungen, welche quantitativ verschiedenen Reizen entsprechen, an sich nur qualitative Unterschiede darbieten und nur durch die verschieden starken Muskelspannungen in die Intensitätsskala

eingeordnet werden; diejenigen Empfindungen, welche den verschieden starken Muskelspannungen korrespondieren, müssten ja nun aber ebenfalls nur qualitativ verschieden sein, der Uebergang von der Spannung a zur Spannung b müsste mithin wieder mit dem Uebergang von p zu q unvergleichbar sein; die schwache Spannungsempfindung wäre in der starken Spannungsempfindung ebensowenig enthalten wie die schwache Lichtempfindung in der starken Lichtempfindung. Wollten wir die somit nur qualitativ verschiedenen Spannungsempfindungen auch in eine Intensitätsreihe ordnen, so müssten wir wieder an eine noch dahinterstehende Instanz appellieren, kurz von einer Lösung des Problems wären wir weit entfernt.

Dem steht nun vor allem die wichtige Thatsache gegenüber, dass die Voraussetzung bezüglich der Natur unserer Muskelempfindungen durchaus nicht zutrifft; den Muskelempfindungen kommt eine völlig exceptionelle Stellung zu, die schwache Muskelempfindung ist in der That in der starken enthalten und beide sind nicht qualitativ voneinander verschieden, sondern nur durch ihre zeitliche Dauer und räumliche Ausdehnung. Die Psychophysik des Bewegungs- und Muskelsinns ist ein Gebiet, auf welchem trotz der vortrefflichen Arbeiten von G. E. Müller, Goldscheider, Löb u. a. doch das meiste noch zu schaffen übrig ist. Je mehr wir die centrale Rolle des Muskelsinns in der Psychophysik kennen lernen, je mehr wir einsehen, dass alles das, was man früher als Thätigkeit der Seele, als subjektive Leistung der objektiv bedingten Wahrnehmung gegenüberstellte, im Grunde nichts anderes ist als die Wahrnehmung der centrifugal ausgelösten muskulären Körperreaktionen, desto dringender wird das Bedürfnis, mit allen Hilfsmitteln exakter Forschung über die vorliegenden Anfänge psychologischer und physiologischer Analyse hinauszukommen. Wir müssen genau wissen, welche Bedeutung den Muskeln, den Sehnen, den Gelenken, der Haut u. s. w. zukommt und müssen auf psychischer Seite

zwischen Bewegungs-, Spannungs-, Widerstands-, Kraft-, Lage-, Schwere-, Ermüdungs-, Innervationsempfindungen und mancherlei verwandten Erlebnissen genaueste Unterscheidung machen, denn so viel wenigstens wissen wir schon heute, dass wer alle jene subjektiven Vorgänge unterschiedslos durcheinanderwirft, ungefähr gerade so verfährt wie derjenige, welcher alle von aussen her angeregten Empfindungen, Ton und Licht und Geruch und Temperatur ohne Unterschied im Ausdruck vermischen wollte.

So wenig nun auch, wie gesagt, von einer endgültigen Aufhellung vorläufig die Rede sein kann, so entschieden haben auch die neuesten Untersuchungen keinen Grund ergeben, von derjenigen Anschauung abzuweichen, derzufolge die Bewegungsempfindung sowohl wie die Spannungsempfindung von Muskel, Sehne und Gelenk gemeinsam ausgelöst werden. Goldscheiders „indifferente Sensation“ bei passiver Bewegung um minimale Winkel wird ja in der That reine Gelenksempfindung sein; die gesamte Bewegungsempfindung aber als Gelenksempfindung zu betrachten, das geht nicht an. Sobald die indifferente Sensation sich in Bewegungsempfindung von bestimmter Richtung verwandelt, tritt zu der Gelenkerregung jedenfalls eine Muskelerregung hinzu. Und ebenso ist bei der Spannungsempfindung der Druck der Knochenenden in den Gelenken sicher ein wichtiger Faktor; der Muskel aber, und zwar vornehmlich sein sehniger Teil, scheint doch die wesentlichste Quelle der betreffenden Erregung zu bilden.

Wir können nun aber hier zunächst ganz davon abstrahieren, mit welchem Anteil Muskel, Sehne und Gelenk zusammenwirken und wie sich Spannungs- und Bewegungsempfindungen unterscheiden; bezeichnen wir vielmehr diese ganze gemischte Empfindungsgruppe mit dem herkömmlichen Namen als Muskelempfindung, und sehen ab von jenen stärksten Kontraktionen, bei denen unangenehme oder gar schmerzhaftes Dehnungen, Zerrungen, Pressungen mit hineinspielen,

so müssen wir nun auf Grund der Selbstwahrnehmung daran festhalten, dass die Muskelempfindung erstens nicht einen Zustand, sondern eine Veränderung zum Ausdruck bringt und zweitens in jeglichem Stadium inhaltlich unverändert bleibt, nur bezüglich zeitlicher und räumlicher Ausdehnung wechselt. Bleiben wir bei der ersten Behauptung stehen, so darf uns nicht die Thatsache irre führen, dass wir uns über den Zustand unserer Gliederlage ja ebenfalls zu orientieren vermögen. In der That verfügen wir über Lageempfindungen, obgleich es zweifelhaft ist, ob wir uns dieselben nicht erst durch erneute Kontraktionen und dadurch hergestellte Hautempfindungen in dem Augenblick hervorrufen, in dem wir uns über unsere Lage eine Vorstellung bilden wollen. Jedenfalls aber sind die Spannungs- und Bewegungsempfindungen von jenen Lageempfindungen durchaus unabhängig; die Bewegungsempfindung auf eine schnelle Succession verschiedener Lageempfindungen zurückzuführen, geht nicht an. Nicht die vorhandene Spannung, sondern die Spannungszunahme, nicht die Gliederlage, sondern ihre Bewegung affiziert unser Bewusstsein.

Aber diese Thatsache findet nun ihre Ergänzung in jenem so sehr übersehenen Umstand, dass jene Aenderungsempfindung in jedem Stadium inhaltlich dieselbe bleibt; sie wächst nicht an, sie verändert sich nicht qualitativ, sie bleibt dieselbe und von der Grösse der objektiven Veränderung hängt nur die Dauer ihres Bestehens und der Umfang ihrer Ausbreitung ab. Ob der Spannungszustand a in b oder p in q übergeht, in beiden Fällen ist die Veränderungsempfindung dieselbe, und wenn a durch b zu c fortschreitet, so ist $a\ c$ gegenüber $a\ b$ nicht ein ganz neuer Bewusstseinsinhalt, wie ein starker Ton gegenüber einem schwachen, sondern die Veränderungsempfindung $a\ b$ hält jetzt lediglich länger an, so dass $a\ b$ wirklich in $a\ c$ als zeitlich erster Teil enthalten ist und die Veränderung $b\ c$ einfach zu $a\ b$ zeitlich hinzu addiert ist, damit $a\ c$ entsteht, ein Verhalten, dem kein Empfindungs-

gebiet etwas ähnliches an die Seite stellen kann. Auf jedem anderen Gebiet entspricht dem Anwachsen des Reizes eine inhaltliche Veränderung der Empfindung, derart, dass jeder Reizstufe ein ganz neuer Bewusstseinsinhalt entspricht, der an sich mit den früheren unvergleichbar ist; in der starken Lichtempfindung war niemals die schwache enthalten, sondern beide waren ganz heterogene Erlebnisse. Beim Muskelsinn dagegen handelt es sich für jedes Muskelgebiet nur um einen einzigen inhaltlich bestimmten Bewusstseinsinhalt, der beim Anwachsen des Reizes, beim Stärkerwerden der Spannung oder Bewegung, nicht etwa sich verändert, sondern lediglich länger andauert, so dass dem starken Reiz eine Empfindung entspricht, welche durch successive Aneinanderfügung aus den psychischen Repräsentanten des schwächsten Reizes entsteht.

Das hindert natürlich nicht, dass wir nach wie vor von einer Intensitätszunahme unserer Muskelempfindung sprechen; wir haben uns einfach daran gewöhnt, die Empfindung als stärker zu bezeichnen, wenn sie länger anhält und auf benachbarte Gebiete allmählich übergreift, eine Auffassung, die selbstverständlich erscheint, weil mit der zeitlichen Dauer in der That der Bewegungseffekt wächst und überdies bei noch weiterer Andauer jener Punkt erreicht wird, bei dem sich störende Nebenempfindungen hineinmischen, während wir gewohnt sind, die schmerzhafteste Empfindung als äusserste Stärke der Empfindung aufzufassen. — Wäre dem nicht so, so würde ja, um nur an eines zu erinnern, es unverständlich sein, wie bei den psychophysischen Gewichtsversuchen jede beliebige Stellung des hebenden Armes als Nullpunkt gelten konnte. Würde die Empfindung wachsen mit dem Kontraktionsgrad, so müsste ja jede Veränderung der Armstellung ganz andere Empfindungen erzeugen, es müsste also die Hebeempfindung bei stumpfwinkliger Ellbogenbeugung mit der bei rechtwinkliger völlig differieren, und dennoch sehen wir alle Versuchspersonen die schon vorhandene Kontraktion der Armmuskeln

unberücksichtigt lassen und nur die Kontraktionszuwüchse von jeder beliebigen Ausgangsstellung aus vergleichen.

Jetzt verstehen wir auch, weshalb gerade die Muskelempfindung die Grundlage aller physikalischen Messung ist. Wir hatten ja gesehen, dass alles Messen auf Vergleichen der Raum-, Zeit- und Massenwerte zurückführt, und dass diese drei Eigenschaften der Dinge von allen anderen Eigenschaften sich dadurch unterscheiden, dass nur sie bei jeglicher Teilung des Objekts in jedem Teile wiederkehrten, aber jedem Teil in geringerem Mass zukamen als dem Ganzen, so dass die Eigenschaft des Ganzen aus den Eigenschaften der Teile zusammengesetzt werden konnte. Der farbige ausgedehnte Gegenstand war, wenn er geteilt wurde, in jedem Teil ebenso farbig, wie das Ganze, seine Ausdehnung war in jedem Teil geringer, so dass er in eine bestimmte Anzahl Teile von bestimmter einheitlicher Ausdehnung zerlegt werden und dadurch gemessen werden konnte. Jetzt können wir das auf seine psychologische Grundlage zurückführen. Die Farben- oder Ton- oder Geruch- oder Temperaturempfindung lässt sich nicht zerlegen, weil die starke Empfindung psychologisch nie ein Multiplum der schwachen ist; viele Empfindungen schwacher Wärme bilden nie eine Hitzeempfindung. Die Muskelempfindung aber, die wir als Mass von Raum, Zeit und Masse erkannt hatten, lässt sich in der That zerlegen; die stärkere Empfindung enthält in sich die schwächere, insofern die scheinbare Intensitätsabstufung nur längere oder kürzere Dauer einer gleichbleibenden Empfindung bedeutet. Die Bewegungsempfindung ist, wenn der Arm zwei Decimeter tastend durchmisst, keine andere, als wenn er nur einen Decimeter sich fortbewegt; sie dauert lediglich noch einmal so lang, die zweite Empfindung ist also thatsächlich in der ersten zweimal enthalten.

Ganz allein in dieser spezifischen Eigenschaft der Muskelempfindung, sich nur durch zeitliche Ausdehnung einer gleichbleibenden Empfindung zu verstärken, beruht die Mög-

lichkeit aller Raum-, Zeit- und Massenmessung und somit aller physikalischen Messung überhaupt. Gerade hierauf wird nun aber auch ihre Bedeutung für die Empfindungsmessung beruhen, denn wenn jeder Reizintensität eine bestimmte Spannungsstärke entspricht und die bei Reizänderung eintretende Spannungsänderung uns als Muskelempfindung ins Bewusstsein tritt, so müsste diese Muskelempfindung je nach der schon vorhandenen Spannungsstärke eine andere sein, wenn sie wie andere Empfindungen wirklich inhaltliche Verschiedenheiten je nach ihrer Stärke besässe. Dadurch aber, dass sie überhaupt nur einen Inhalt hat und ihre Unterschiede im Wechsel ihrer zeitlichen Dauer bestehen, wird, wenn Spannung a in b übergeht, die Empfindung keine andere sein, als wenn Spannung p zu q übergeführt wird; in einem Fall wird sie kürzer oder gleich oder länger andauern als im andern, aber im übrigen identisch sein und eben deshalb eine Messung ermöglichen, denn die länger anhaltende Empfindung können wir ja nun genau so an der kürzeren messen, wie wir es dann thun, wenn wir Raum- oder Zeit- oder Massegrössen messen.

Ist die aus der Spannungszunahme bei einem Reizpaar resultierende Muskelempfindung gleich der aus der Spannungszunahme bei einem andern Reizpaar, so nennen wir den Empfindungsunterschied der beiden Reizpaare gleich; dauert die eine Muskelempfindung länger als die andere, so nennen wir den Empfindungsunterschied grösser und schon von hier aus lässt sich übersehen, dass es durchaus nichts theoretisch Unsinniges enthält, wenn wir von einem Empfindungsunterschied behaupten wollten, er sei fünfmal so gross als ein anderer; dieses Urteil würde sich dann einfach darauf stützen, dass die Muskelempfindung fünfmal so lange angehalten habe und nichts anderes liegt doch zu Grunde, wenn wir einen Stab als fünfmal so lang bezeichnen wie einen andern.

Wenn wir so die skizzierte Theorie der Empfindungs-

messung uns biologisch und psychophysisch näher gerückt haben, müssen wir nunmehr zunächst uns umsehen, ob Einwände naheliegen oder bekannte Thatsachen dieselbe unterstützen. Da scheint denn ein Thatsachenkreis ganz besonders zum Einwand geeignet, nämlich die Erfahrungen bezüglich Tondistanzvergleichung. Unsere Theorie hatte behauptet, dass, gleichviel ob die Reize qualitativ oder quantitativ verschieden sind, alle Empfindungen zunächst nur qualitativen Unterschied aufweisen, die Aussage, dass zwischen den Empfindungen a und b ein ebenso grosser Unterschied besteht wie zwischen p und q, zunächst also sinnlos sei, da alle vier Empfindungen ganz heterogene Bewusstseinsinhalte sind. Wir sagten, dass ein solches Messen und Vergleichen der Unterschiede mithin für die Empfindungen an sich unmöglich sei, dagegen bei allen den Empfindungen, welche quantitativ verschiedenen Reizen entsprechen, thatsächlich dadurch möglich würde, dass sich die Empfindungen mit reflektorisch ausgelösten Muskelspannungen verbinden und die Aenderungen derselben eigentümliche Spannungsempfindungen erzeugen, welche sich als Massstab für die Empfindungsunterschiede darbieten. Nun scheint diese ganze Argumentation dadurch hinfällig, dass wir in den Tönen eine Mannigfaltigkeit von Reizen kennen, welche nicht quantitativ, sondern nur qualitativ von einander verschieden sind und bei denen wir dennoch die Empfindungsdistanzen untereinander vergleichen können. Sind uns zwei Quinten in zwei verschiedenen Oktaven gegeben, so sind die vier Tonempfindungen vier völlig heterogene Bewusstseinsinhalte und dennoch hat es für uns klaren Sinn, wenn wir sagen, das Intervall in der einen Oktave sei gleich dem Intervall in der anderen. Ein ähnliches Verhalten könnte ja vielleicht auch in den Intensitätsreihen vorliegen, die Theorie, welche Spannungsempfindungen zu Hilfe nimmt, wäre somit überflüssig.

Gerade dieser Einwand aber muss uns zur Stütze werden, denn wer die Psychophysik der Tondistanzvergleichung an

musikalisch Ungeübten prüft, der kann sich darüber nicht täuschen, dass die Bildung von Distanzurteilen auch bei der Tonreihe auf accessorischen Spannungen beruht und wir ohne dieselben wohl eine Reihe qualitativ verschiedener Töne aufnehmen würden, dagegen wie bei den Farben oder Gerüchen niemals die Unterschiede zweier Empfindungen abzumessen versuchen würden. Den Unterschied zwischen Ton c und d gleich dem Unterschied zwischen d und e zu setzen, hätte, wenn jene Tonveränderungen nicht bestimmte Spannungsänderungen hervorriefen, die ihrerseits in beiden Fällen gleiche Empfindungen erzeugen, zunächst nicht mehr Sinn, als wenn wir den Unterschied zwischen Nelken- und Rosenduft gleichsetzen dem zwischen Rosen- und Veilchenduft. Um welche Spannungen es sich dabei handelt, ergibt sich aus den speziell angestellten Versuchsreihen leicht, nur ist hier nicht der Ort, über solche Untersuchungen im Rahmen dieser Studie ausführlich zu berichten.

Ich habe über die Vorgänge der Tondistanzschätzung reichhaltiges Material gesammelt mit besonderer Berücksichtigung der ganz Unmusikalischen; ich werde demnächst ganz eingehend darüber referieren und dann die Gelegenheit wahrnehmen, frühere Arbeiten und fremde Anschauungen über diesen Punkt ausführlich zu besprechen. Hier liegt mir nur daran, auf einige Resultate hinzuweisen; ich lasse dabei unerörtert, wie weit sich meine Versuche mit älteren decken, wie weit sie denselben widersprechen. Es ergab sich, dass alle Distanzurteile zwei ganz verschiedenen Gruppen angehören; in der einen ist die relative Schwingungszahl entscheidend, in der anderen die absolute Schwingungszahl, eine Trennung, die auch von Wundt schon berücksichtigt wurde. Die der relativen Schwingungszahl entsprechende Schätzung kommt lediglich bei musikalisch Geübten vor; alle musikalisch Ungeübten halten diejenigen Distanzen für gleich, bei denen der Schwingungszahlunterschied dieselbe absolute Grösse hat.

Es ergab sich nun, dass diese beiden Schätzungsarten, bei denen selbstverständlich die Schwingungszahl als solche überhaupt nicht ins Bewusstsein tritt, andere Zwischenglieder also vorliegen müssen, psychophysisch ganz verschiedene Unterlage haben. Nur die musikalische Distanzschätzung bezieht sich auf den eigentlichen Ton; der Schätzungsmassstab liegt hier in denjenigen Muskelspannungen, welche reflektorisch im tonproduzierenden Apparat, im Kehlkopf, ausgelöst werden. Dass ein solcher, der Uebung in hohem Masse zugänglicher Reflexmechanismus zwischen Ohr und Stimmapparat existiert, zeigt sich bei allem Nachsingen, besonders aber durch die Erleichterung, welche das Anschlagen eines Tones für das Produzieren desselben gewährt. Dieser Reflexbogen ist nun individuell sehr verschieden ausgebildet; Anlass, ihn im Kampf ums Dasein zu züchten und auszubilden, lag im allgemeinen nicht vor und so variiert er bedeutend; eben hierauf, nicht auf der Entwicklung des tonaufnehmenden Gehirnapparates, beruht das Wesen der musikalischen Begabung.

Der musikalisch Unbegabte hat dieselben Tonwahrnehmungen wie der Begabte, sie verbinden sich aber bei ihm nicht mit denselben Kehlkopfspannungen wie bei diesem, und mit den Spannungen fehlen ihm natürlich die Spannungsempfindungen, die sich für den Geübten aufs festeste mit den Tonempfindungen verbinden. Der Geübte innerviert nicht erst den Kehlkopf, sondern die Spannungsempfindung wird mit der Tonempfindung ohne weiteres in der Erinnerung reproduziert, ein Verhältnis, ähnlich dem zwischen der Reizung verschiedener Netzhautpunkte und der Innervation derjenigen Augenbewegungen, welche nötig sind, um den Reizpunkt zur Stelle deutlichsten Sehens überzuführen. Dieser Reflexbogen zwischen dem Sehnerv und den Augenmuskeln ist freilich für den Organismus sehr viel notwendiger als der zwischen Gehörsnerv und Stimmuskeln; er ist deshalb in phylogenetischer Entwicklung sehr viel konstanter geworden als dieser,

aber gemeinsam ist beiden, dass nach einiger Uebung die wirkliche Ausführung der Bewegung durch Associationen mit entgegenwirkender Bewegungstendenz gehemmt zu werden pflegt und die Bewegungsempfindung sich dennoch der Wahrnehmung zugesellt. Der seitliche Lichtpunkt erhält somit auch im indirekten Sehen seine zugeordnete Bewegungsempfindung und eben dadurch seine Einordnung in den Gesichtsraum; ebenso hemmt der musikalisch Begabte nach einiger Uebung den Anstoss zur Stimmeinstellung, reproduziert vielmehr ohne ausgeführte Bewegung die betreffende Spannungsempfindung und jeder Ton erhält so ohne weiteres seine Einordnung in die musikalische Tonreihe. In derselben gleiche Distanzen abmessen, bedeutete also lediglich, durch den Muskelsinn gleiche Spannungsänderungen feststellen; die Hervorhebung gewisser Spannungsänderungen von bestimmter Grösse, d. h. die Aussonderung der eigentlich musikalischen Intervalle wurde dabei natürlich stets von der Konsonanz der Obertöne reguliert.

Musikalisch Geübte sind somit selbstverständlich die untauglichsten Objekte, um den psychophysischen Mechanismus der Intervallschätzung zu untersuchen. Bei solchen Personen, die musikalisch nicht unbegabt, aber wenig geübt sind, tritt dagegen sehr häufig bei einschlägigen Versuchen die tatsächliche Ausführung der Kehlkopfeinstellung bei Intervallvergleichen direkt ins Bewusstsein. Liess ich zwei verschiedene Intervalle in verschiedenen Oktaven mit einander so vergleichen, dass die Versuchsperson angeben sollte, ob das zweite Intervall grösser, gleich oder kleiner sei, so hat von den Unmusikalischen, die, wie gesagt, einen ganz anderen Schätzungsmassstab haben, kein einziger ausgesagt, dass er innerlich mitsingt; wenn ich direkt danach fragte, wurde es jedesmal ausdrücklich verneint; das Resultat war dann aber auch ausnahmslos eine Gleichsetzung der Intervalle von gleichem, absolutem Schwingungszahlunterschied. Von den Musikalischen dagegen, unter denen ich die wirklich Geübten grundsätzlich

von jeder Prüfung ausschloss, haben die meisten, ohne dass ich sie darauf hinlenkte, von selber angegeben, dass sie die Intervalle innerlich mitsingen, d. h. sie empfanden die Muskeleinstellungen des Kehlkopfes. Interessant ist, dass zwei verschiedene Personen, als ich fragte, wie sie solche Vergleichung vornehmen, übereinstimmend behaupteten, dass sie eigentümliche Empfindungen in den Backen hätten, an denen sie die Gleichheit der Intervalle merkten; es stellte sich heraus, dass beide Personen nicht singen, aber im Pfeifen geübt sind; der Reflexbogen zwischen Akustikus und Wangenmuskulatur ist dort jedenfalls der entwickeltere.

Noch wichtiger ist bei mässig Begabten das nicht seltene Ergebnis, dass sie bei zwei Tönen mit kleinem Intervall, vornehmlich bei viertel und halben Tönen mit Bestimmtheit angeben können, dass beide Töne verschieden sind, dagegen unfähig sind, anzugeben, welcher Ton der höhere ist. Es werden hier offenbar von beiden Tönen verschiedene Empfindungen erzeugt, aber der Reflexbogen zum Stimmapparat ist zu wenig ausgebildet, um bei der geringen Distanz Spannungsänderungen von merklichem Empfindungswert zu erzeugen. Es besteht für nahe beieinander liegende Töne dort dasselbe Verhältnis, das für alle Töne bestehen würde, wenn sie überhaupt ohne muskuläre Reaktionen unseres Organismus wahrgenommen würden; die Töne würden als verschieden aufgefasst, aber es würde keinen Sinn haben, diesen Verschiedenheiten eine bestimmte Richtung zuzuschreiben oder sie aneinander zu messen. Viele andere Ergebnisse könnte ich unterstützend erwähnen, etwa dass ich Neigung konstatierte, den zweiten Ton für höher zu halten, und ebenso den stärkeren Ton zu hoch zu schätzen, und manches andere, das durch die Spannungstheorie leicht erklärt werden kann. Ich breche hier ab und werfe einen Blick nur noch auf die Distanzschätzung der Unmusikalischen, bezüglich derer meine späteren Mittheilungen besonders mannigfaltiges Detail zu geben im stande sein werden.

Die Untersuchung ist hier leicht anzustellen, da bei den hier nötig werdenden grossen Intervallen die Prüfung einfach am Klavier erfolgen kann. Es ist mir nun keine einzige Person begegnet, für welche die Frage, welches von zwei Intervallen grösser sei, überhaupt sinnlos war. Dagegen musste oft, obgleich ich nur Gebildete, meist Studierende, prüfte, bei identischem Grundton das eine Intervall kleiner als die Terz, das andere grösser als zwei Oktaven, zuweilen sogar grösser als drei Oktaven sein, damit das Urteil, welche Distanz grösser ist, in jedem Falle richtig gefällt werden konnte. Ebenso prüfte ich zahlreiche Personen, die nur dann richtig angeben konnten, welcher von zwei Tönen der höhere ist, sobald das Intervall in mittleren Lagen grösser als eine Quinte war. Immerhin fand sich doch schliesslich auch beim Unmusikalischsten eine Intervallgrösse, jenseits derer die Intervallvergleiche denselben Sinn hatte wie die Vergleiche kleiner Distanzen beim Musikalischen; es stellte sich, wie gesagt, heraus, dass hier nun objektiv der absolute Schwingungszahlunterschied entscheidet. Ein Ton wird dann für die Mitte zwischen zwei anderen erklärt, sobald er von den beiden anderen um gleiche Schwingungszahl verschieden ist, während der Musikalische natürlich den Ton als Mitte bezeichnet, dessen Schwingungszahl die mittlere Proportionale zwischen den Zahlen der beiden anderen Töne bildet.

Von einem inneren Mitsingen ist hier, wie erwähnt, keine Rede. Dagegen gilt nun hier es vor allem, dass mit der Unfähigkeit, die Richtung einer Veränderung anzugeben, durchaus nicht die Unfähigkeit vorliegt, einen qualitativen Unterschied wahrzunehmen. Versuchspersonen, welche in keinem Falle sicher anzugeben wussten, ob von zwei um eine grosse Terz entfernten Tönen in mittlerer Klavierlage der zweite höher oder tiefer sei, konnten eine Verschiedenheit von einem halben Ton stets richtig als Verschiedenheit feststellen; wenn ich in unregelmässiger Folge bald einen Ton

zweimal anschluss, bald einen Ton und den um einen halben Ton höheren, so empfanden sie in letzterem Fall fast jedesmal, dass eine Verschiedenheit vorlag, während sie die Richtung der Verschiedenheit vielleicht erst bei der Sexte oder Septime mit Sicherheit feststellen konnten. So unmusikalische Individuen sind nicht selten, sie bleiben nur meist unbeachtet, weil der Unmusikalische in Musikfragen nicht geprüft zu werden pflegt. Wer sich dagegen experimentell mit den Intervallschätzungen völlig Unmusikalischer beschäftigt hat, der wird selber die dem Musikalischen zunächst fremdartig erscheinende Anschauung gewonnen haben, die sich mir aus den Versuchen aufgedrängt hat.

Es ergibt sich nämlich, dass diese Intervallschätzung derjenigen, welche nicht Kehlkopfspannungen innervieren, also unmusikalisch sind, gar nichts mit dem eigentlichen Ton zu thun hat, sondern sich auf ein geräuschartiges Element des Tones bezieht, das mit der Schwingungszahl stetig sich verändert, und dessen Intensitätsunterschiede beurteilt werden. So wie bei jeder Lichteinwirkung mit der chromatischen Erregung eine achromatische verbunden ist, die in hohem Masse von der chromatischen unabhängig ist, so muss bei jeder Toneinwirkung mit der musikalischen eine musikalisch indifferente Erregung verbunden sein, welche die Vorstellung der Tiefe und Höhe erweckt und welche wahrscheinlich im Vorhof aufgenommen wird, während die musikalische Erregung auf die Schnecke wirkt. Bei den Farben ergibt die Anordnung nach der Schwingungszahl eine Reihenfolge, welcher das Intensitätswachstum der achromatischen Reizung bekanntlich nicht entspricht; würden wir dagegen die Farben, statt nach der Schwingungszahl, nach der Intensität des achromatischen Elementes ordnen, so würden wir, was bei der gewöhnlichen Anordnung unmöglich wäre, jetzt ebenfalls Distanzurteile fällen können und zwischen zwei Farben die in der Mitte liegende dritte bestimmen können. Bei den Tönen schafft

die Anordnung nach der Schwingungszahl, die für den Musikalischen sich aus dem stetigen Wachstum der Kehlkopfspannungen von selbst ergibt, eine Reihenfolge, der auch das Wachstum der musikalisch indifferenten Erregung vollkommen entspricht; der musikalisch tiefere Ton hat also stets auch die stärkere indifferente Erregung.

Es ergibt sich daraus leicht, dass Distanzurteile auch für den Unmusikalischen möglich sind, dass aber diese Distanzurteile mit denen des Musikalischen lediglich die Richtung gemeinsam haben, der eigentliche Massstab ein ganz verschiedener ist, dort der relative, hier der absolute Schwingungsunterschied. Es ergibt sich daraus des weiteren, dass, wie wir sahen, die qualitative musikalische Erregung als verschieden aufgefasst werden kann, ohne dass die Richtung des Unterschieds erkannt wird, denn da bei dem Unmusikalischen die Spannungen im Stimmapparat fehlen, kann die Richtung erst dann erkannt werden, sobald die Intensität der musikalisch indifferenten Erregung eine so verschiedene ist, dass die von ihr ausgelösten sekundären Spannungen sich bemerkbar machen; wir sahen, dass dieser Fall nicht selten erst bei überaus grossen Intervallen eintritt. Wie sich mit dieser Auffassung die Schätzungsverschiedenheiten bei verschiedenen Instrumenten, bei verschiedener Tonstärke, vor allem die unzähligen individuellen Variationen der musikalischen und musikalisch indifferenten Gehörsfähigkeiten aufs einfachste erklären lassen, muss ich anderem Orte vorbehalten.

Hingewiesen sei nur noch darauf, dass bezüglich der kleinsten unterscheidbaren Tondistanzen sowohl für den Musikalischen wie für den Unmusikalischen ein wesentlicher Unterschied darin besteht, ob nur eine Verschiedenheit der Töne oder aber die Richtung dieser Verschiedenheit bemerkt wird; das erstere bezieht sich auf die centrale Tonwahrnehmung, das zweite auf die beim Musikalischen von der Tonnuance, beim Unmusikalischen von der accessorischen Erregungsinten-

sität reflektorisch ausgelösten Muskelspannungen. Die Methode der minimalen Aenderungen erlaubt nicht, beide Probleme zu trennen, da die Versuchsperson vorher weiss, in welcher Richtung die Aenderung erfolgen wird; die wahrgenommene Verschiedenheit muss mithin sofort als Verschiedenheit nach der erwarteten Richtung aufgefasst werden. Bei der Beurteilung der vorliegenden älteren Untersuchungen darf diese Thatsache nicht übersehen werden.

Wir haben die Tondistanzschätzung, mit kurzer vorläufiger Mitteilung eigener Versuche, etwas eingehender würdigen müssen, da sie, oberflächlich aufgefasst, in der That unsere gesamte Theorie der Empfindungsmessung widerlegen würde. Wenn es wirklich ein Sinnesgebiet gäbe, auf dem Unterschiede der Empfindungen beurteilt, verglichen, abgemessen werden können, ohne dass die den verschiedenen Empfindungsintensitäten zugestellten Muskelspannungen in Frage kommen, so dürfte niemand die Möglichkeit bestreiten, dass zwischen den verschiedenen Empfindungen, auch wenn sie verschieden starken Reizen entsprechen, unmittelbare Distanzurteile gefällt werden können, ohne dass sekundäre Spannungen zur Erklärung herbeigezogen werden. Nähere Prüfung zeigt nun gerade umgekehrt, dass auch auf jenem Gebiet der Töne Distanzurteile nicht möglich wären, wenn nicht sekundär bestimmte Spannungen ausgelöst würden, sei es, dass die Tonqualität Spannungen im Kehlkopf erzeugt, sei es, dass die dem Ton beigesellte, musikalisch indifferente Erregung eine mit der Stärke wachsende Spannung der zugeordneten Muskulatur hervorruft; beim Musikalischen existiert beides, nur wird das zweite meist unbeachtet gelassen, beim Unmusikalischen ist es allein vorhanden. In jedem Falle also basiert auch die Messung der Tondistanzen ausschliesslich auf den Aussagen des Muskelsinns und weit entfernt, die Theorie der Intensitätsmessung mittels Spannungsempfindung zu widerlegen, beweist vielmehr auch die Psychophysik der musikalischen Intervallschätzung, dass alle

Empfindungen nichts als heterogene Bewusstseinsinhalte sind, die für uns unvergleichbar bleiben und von deren Distanz zu sprechen sinnlos ist, so lange nicht Muskelempfindungen hinzutreten und durch die associierten Muskelempfindungen sich feste Reihen mit abmessbaren Distanzen bilden.

Der Vollständigkeit halber sei darauf hingewiesen, dass ähnliches über diejenige Gruppe von Bewusstseinsinhalten gilt, bei welchen allein noch neben den Empfindungsintensitäten und den musikalischen Tönen von einer Unterschiedsgleichsetzung die Rede zu sein pflegt: die Gemütsbewegungen. Das übliche Beispiel ist, dass der Gewinn von zehn Mark, solange wir nur hundert Mark besitzen, uns einen ebenso grossen Zuwachs an freudigen Gefühlen beschert wie der Gewinn von zehntausend Mark, sobald wir hunderttausend Mark haben. Dass einer solchen Gefühlsvergleichung, so ungenau sie auch sein muss, ein gewisser Sinn zu Grunde liegt, ist zweifellos; wir haben hier also vier verschiedene freudige oder vier verschiedene schmerzliche Erregungen und können den Uebergang von a zu b dem Uebergang von p zu q als gleich bezeichnen, können somit die beiden Unterschiede vergleichen und messen, ohne dass wir von diesen vier Gefühlen zunächst etwas anderes aussagen können, als dass es völlig verschiedene Bewusstseinsinhalte sind.

Betrachten wir den Vorgang aber näher, so können wir uns darüber nicht täuschen, dass er einfach dem Vorgang der Vergleichung verschiedener Empfindungsintensitäten subsumiert werden muss und somit der Theorie nicht widerspricht, sondern in ihr eben seine einfache Erklärung findet. Die Affektenlehre hat uns ja neuerdings in wachsendem Masse gezeigt, dass alle jene organischen Veränderungen, welche man früher als Wirkungen der Gemütsbewegungen aufgefasst hat, thatsächlich die psychophysische Grundlage der Gemütsbewegung bilden. Eine bestimmte, von Vorstellungen begleitete centrale Erregung erweckt centrifugal gewisse Veränderungen

im Tonus der Blutgefäße, in der Spannung der Gliedermuskeln, in der Sekretion der Drüsen u. s. w., und alle diese peripheren Vorgänge rufen centripetal eine Reihe entsprechender sensorischer Erregungen, also die Empfindung gesteigerter Blutzufuhr, anwachsender Gliederspannung u. s. w. in bestimmten Teilen hervor; diesen ganzen Empfindungscomplex, zumal wenn er auf den Ablauf der primären Erregungen zurückwirkt, nennen wir Gemütsbewegung. Der Affekt löst sich damit der Hauptsache nach in einen Complex von Organempfindungen auf, von denen jede einzige bei zunehmender Stärke der Gemütsbewegung an Intensität zunehmen wird. Für jeden Affekt ist eine bestimmte Empfindung besonders charakteristisch, etwa die Empfindung des Druckes auf die Brust oder des Stechens in der Herzgegend oder der Erschlaffung im Gesicht und ähnliches; die Intensität dieser hervorstechenden Empfindung wird uns subjektiv ein Mass für die Stärke des Affektes sein und die Intensitätsunterschiede werden somit genau so verglichen werden können wie die Unterschiede verschieden starker Gewichts- oder Temperaturempfindungen.

Es gibt somit buchstäblich keinen Fall, in welchem Empfindungsunterschiede messbar wären, ohne dass es sich um Intensitätsunterschiede handelt, mit Ausnahme der Tonschätzung seitens der Musikalischen; die Affektvergleiche ebenso wie die Tonschätzung der Unmusikalischen sahen wir der Intensitätsvergleiche sich unterordnen. Nun beruht die Intervallvergleiche der Musikalischen auf Spannungsempfindungen, alle Intensitätsvergleiche beruht ebenfalls auf Spannungsempfindungen; es gibt also keinen einzigen Fall, in welchem nicht die Messung der Bewusstseinsinhalte Funktion des Muskelsinns wäre.

Nun scheint bei alledem ein anderer Einwand nahezu liegen. Wie soll es möglich sein, dass unser Muskelsinn unseren Bewusstseinsinhalt so mannigfaltig beeinflusst, ohne dass wir uns seiner bewusst werden? Es muss dabei

auf zweierlei hingewiesen werden. Erstens nämlich ist diese Erklärungsweise durchaus nicht auf die bisher besprochenen Gebiete beschränkt; es handelt sich also in keiner Weise um ein theoretisches Hilfsmittel, das zu den psychologischen Auffassungen anderer Thatsachen im Gegensatz steht, wir sind vielmehr auf Schritt und Tritt in der Psychologie darauf angewiesen, aus den Wahrnehmungen des Muskelsinns die Erklärung abzuleiten und benützen somit für die Intensitätsmessung kein exceptionelles Hilfsprinzip, sondern eines, das für die gesamte Psychologie unentbehrlich ist. Als interessantes Beispiel sei auf die neue Arbeit von Martius¹⁾ hingewiesen. Er verglich Stäbe von verschiedener Grösse in verschiedener Entfernung; es stellte sich heraus, dass, von einer ganz kleinen Abweichung abgesehen, zwei gleiche Stäbe für gleich gehalten werden, wenn sie auch in erheblich verschiedener Entfernung den Augen dargeboten werden. Erfahrungsmotive bezüglich der Distanz oder der Stabgrösse konnten bei der Versuchsanordnung das Urteil nicht beeinflussen, der unmittelbare sinnliche Eindruck musste genügen, um, trotz des so verschiedenen Gesichtswinkels, trotz der ganz ungleichen Netzhautbildgrösse, dennoch den Eindruck der Gleichheit hervorzurufen, und dieser Eindruck war ebenso lebhaft wie die Ueberzeugung, nichts anderes als den Lichteindruck dabei wahrzunehmen. Es ist selbstverständlich, dass dieser in Wirklichkeit nicht ausreichte, dass vielmehr, was Martius nicht berücksichtigt zu haben scheint, jede Lichtempfindung sich mit bestimmten Empfindungen im Accomodations- und im Convergenzmechanismus verbindet. Die stärkere Accomodation und stärkere Convergenz erregt Muskelempfindungen, welche sich mit dem Lichteindruck so einheitlich verbinden, dass der Complex als einheitliche Erregung aufgefasst wird. Würde der Versuch nur mit einem und

¹⁾ Martius, Die scheinbare Grösse der Gegenstände. In Philos. Studien. Bd. V. S. 601.

überdies atropinisierten, also accomodationsunfähigen Auge angestellt, so würde das Ergebnis ein ganz anderes sein, wenn gleich selbst in diesem Falle die verschiedene Schärfe des Gesichtsbildes Convergencebewegungen im geschlossenen Auge hervorrufen würde. Dieses Beispiel mag genügen, um zu zeigen, wie die Verschmelzung von Muskelempfindungen mit äusseren Sinnesempfindungen so fest werden kann, dass eine subjektive Auflösung des Complexes unmöglich scheint und wie in solchen Fällen dennoch die Mitwirkung der vom Muskel ausgehenden centripetalen Erregungen notwendig angenommen werden muss, weil der Bewusstseinsinhalt sich verändert, ohne dass ein anderer Reiz als der im Muskel gegebene sich ändert. Wenn zwei Gesichtsgrossen ungleich gross erscheinen, obgleich der Gesichtseindruck genau derselbe ist, ungleich lediglich die Convergence und die Accomodation ist, so bleibt uns eben nichts anderes übrig als die Annahme, dass die Muskelveränderung ebenfalls, nicht bloss der Netzhautreiz, den Bewusstseinsinhalt beeinflusst hat.

Zweitens aber muss immer wieder daran erinnert werden, dass es ein Unterschied ist, ob eine Organerregung in mir einen Bewusstseinsinhalt erzeugt oder ob ich mir der Organerregung als solcher bewusst werde. Zu letzterem gehört nämlich mehr als die blosse Organerregung; es gehören dazu noch sekundäre Empfindungen, durch welche der Organeindruck lokalisiert und mit der Vorstellung des betreffenden Organs verbunden wird. Soll ich mir einer Organerregung als solcher bewusst werden, so ist die Organempfindung allein mithin nicht ausreichend, sie muss vielmehr zur Grundlage einer zusammengesetzten Vorstellung werden; fehlen diese übrigen Elemente, so regt die Organveränderung zwar ebenfalls auf centripetaler Bahn einen Bewusstseinsinhalt an, derselbe wird aber in seiner isolierten und dadurch unlokalisierten Existenz nicht auf das Organ bezogen, sondern völlig mit den übrigen Bewusstseinsinhalten verschmolzen, ohne als gesonderter Bestandteil erkannt zu werden. Durch

Muskelkontraktionen psychische Eindrücke zu empfangen, die sich mit den übrigen Eindrücken zu neuen Vorstellungen verbinden, ist somit etwas ganz anderes als die Wahrnehmung, dass bestimmte Muskeln sich kontrahieren. Nur von dem ersteren ist die Rede; eine auf Selbstwahrnehmung gestützte Behauptung, dass wir die besprochenen Muskelspannungen als solche gar nicht wahrnehmen, widerspricht mithin in keiner Weise der skizzierten Theorie.

Wenden wir uns nunmehr von der Kritik möglicher Einwände zu der Erwähnung einiger Thatsachen, welche, allgemein bekannt, erst durch die dargestellte Auffassung der Empfindungsmessung eine natürliche Erklärung finden. Weitere Thatsachen werden sich dann aus den neuen Versuchen ergeben.

Zu dieser Gruppe beachtenswerter Erscheinungen gehört nun beispielsweise ein Vorgang, der sich bei den mannigfaltigsten psychophysischen Untersuchungen auf den verschiedensten Gebieten immer wieder einstellt, der aber meist unbeachtet bleibt, sei es, weil ihn die angewandten Methoden maskieren, sei es, weil man nach der bisherigen Auffassung nichts Rechtes mit ihm anzufangen wusste. Die Erscheinung ist die, dass bei wenig verschiedenen Reizen häufig ein Unterschied wahrgenommen wird, ohne dass die Versuchsperson angeben kann, in welcher Richtung der Unterschied sich bewegte. So wie wir bei Tonschätzungen schon erwähnten, dass nicht selten zwei Töne als verschieden erkannt werden, ohne dass der Beurteilende angeben kann, ob der zweite Ton höher oder tiefer sei, so treten auch bei Intensitätsverschiedenheiten, natürlich in enger Reizgrenze, solche Fälle ein, bei denen eine Verschiedenheit der Reize mit Sicherheit behauptet wird, die Richtung der Verschiedenheit aber zweifelhaft ist. Diese Urteile sind natürlich streng zu scheiden von jenen zweifelhaften Fällen, die bei der Methode der richtigen und falschen Fälle eine Rolle spielen; bei diesen handelt es sich um Unsicherheit, ob die Reize gleich oder ungleich sind, hier ist dagegen über diese

Thatsache der Ungleichheit völlige Sicherheit und nur die Art der Ungleichheit zweifelhaft. Meinen gelegentlichen Beobachtungen zufolge bei Untersuchungen in den verschiedensten Sinnesgebieten scheint besonders bei sehr schwachen und sehr starken Reizen diese Unsicherheit häufig, während in den mittleren gewohnten Intensitätslagen die eben merkliche Verschiedenheit meistens sofort als Verschiedenheit von bestimmter Richtung aufgefasst wird.

Auch diese Beobachtung wird durch die Anwendung der im übrigen sehr exakten Methode der minimalen Aenderungen völlig verdeckt, denn sobald die Versuchsperson weiss, in welcher Richtung die Veränderung erfolgen wird, muss sie jegliche Unterschiedswahrnehmung unmittelbar als Verschiedenheit in der erwarteten Richtung auffassen. Die Methode der mittleren Fehler gibt dagegen verhältnismässig häufig zu besagter Beobachtung Gelegenheit. Wir wollen zwei successiv sich bietende Reize einander gleichmachen; wir empfinden, dass sie noch nicht völlig gleich sind, aber wir sind unschlüssig, nach welcher Richtung wir den zweiten Reiz verändern müssen, um ihn dem ersten gleich zu gestalten, ob er zu stark oder zu schwach ist. Gilt dieses nun normalerweise nur von minimal verschiedenen Reizen, so lässt sich die Unterschiedszone, in der solche schwankenden Urteile vorkommen, wesentlich dadurch verbreitern, dass die Aufmerksamkeit willkürlich abgelenkt wird. So berichtet Boas ¹⁾, dass, wenn er seine Aufmerksamkeit durch Anhören eines Musikstückes ablenkte, er geringe Helligkeitsunterschiede, die er bei grösserer Aufmerksamkeit sofort richtig auffasste, jetzt wohl als different wahrnahm, aber kein Urteil darüber abzugeben vermochte, welche Helligkeit die grössere war. Andere berichten ähnliches. Ich selbst stellte, gemeinsam mit Herrn stud. phil. Förster, Versuche mit abgelenkter Aufmerk-

¹⁾ Boas, Eine neue Form des Gesetzes der Unterschiedsschwelle. In Pflügers Archiv f. d. ges. Physiol. Bd. 26. S. 596.

samkeit bei Gewichtsvergleichung an, Versuche, über die ich in einem anderen Rahmen zu berichten haben werde. Herr Förster hob zwei verschiedene Gewichte nacheinander und musste angeben, ob das zweite schwerer, gleich oder leichter wäre; bei normaler Aufmerksamkeit wurden die Urteile fast immer sicher ausgesprochen. Wurde die Aufmerksamkeit dagegen dadurch abgelenkt, dass Herr Förster während des ganzen Versuchs laut sprechend Zahlen addierte, so wurde nicht nur die Zone der Gleichheitsfälle erheblich verbreitert, sondern es häuften sich die Fälle, in denen die Versuchsperson angab, dass sie eine Verschiedenheit zwar bemerkt habe, über ihre Richtung aber nichts aussagen könne.

Alles das erklärt sich nur aus der Annahme, dass unsere Intensitätsurteile sich auf einen Faktor stützen, der von der eigentlichen Empfindungswahrnehmung in gewissem Sinne unabhängig ist. Sind die Intensitätsveränderungen von Spannungsänderungen begleitet und sind diese Spannungsänderungen vermittelt entsprechender Spannungsempfindungen die Grundlage unserer Intensitätsschätzung, so ist es einleuchtend, dass die Reizwahrnehmungen schon verschieden erscheinen können, ohne dass die Spannungsempfindung intensiv genug ist, um bemerkt zu werden; wird sie nicht bemerkt, so ist ein Urteil über die Richtung der Intensitätsverschiebung unmöglich. Auch dass dieser Zustand durch Aufmerksamkeitsablenkung begünstigt wird, ergibt sich von selbst. Die Aufmerksamkeit ablenken heisst ja eben, das Muskelsystem einem anderen Reizkomplex anpassen; alle von den Vergleichsreizen reflektorisch auslösbaren Spannungen müssen dadurch gehemmt oder beeinträchtigt werden, und erst bei erheblicher Verschiedenheit der Reize wird die Spannungsempfindung stark genug sein, um bemerkt zu werden.

Uebrigens ergibt eine genaue Selbstwahrnehmung, dass, wie auf dem Boden unserer Theorie eigentlich von vornherein zu erwarten ist, auch genau das Umgekehrte zuweilen vorkommt, dass wir nämlich manchmal geneigt sind, den zweiten

Reiz für stärker oder schwächer zu erklären, während das Erinnerungsbild der beiden Reize uns vollkommen gleich scheint. Hierhin gehören nicht selten die zweifelhaften Entscheidungen bei der Methode richtiger und falscher Fälle. Wir sind dann durch unser eigenes Urteil überrascht; die Entscheidung erscheint uns motivlos, da der Reizeindruck uns keinerlei Verschiedenheit darbietet und wir dennoch den Trieb zu bestimmter Entscheidung spüren. Offenbar handelt es sich in solchen Fällen darum, dass die verschiedenen Reize zwar reflektorisch verschiedene sekundäre Spannungen hervorriefen, ihre primäre sensorielle Wirkung dagegen nicht genügend verschieden war, um differente Empfindungen zu erzeugen. War dort also sensorielle Verschiedenheit, aber keine Spannungsänderung, so liegt hier Spannungsänderung ohne sensoriellen Unterschied vor. Beides ist natürlich durch ungewöhnliche Zustände des Centralapparates bedingt; der normale Zustand bleibt der auch in den Versuchen am häufigsten sich bewährende, dass eine Spannungsänderung stets da vorliegt, wo sensorielle Verschiedenheit wahrgenommen wird oder, wie wir später sehen werden, wahrscheinlicher, dass sensorielle Verschiedenheit nur da wahrgenommen wird, wo Spannungsveränderungen dazutreten.

Ein weiteres Argument zu Gunsten der Spannungstheorie lässt sich dem Umstand entnehmen, dass jede exakte Intensitätsvergleichung eine Succession der zu vergleichen den Empfindungen verlangt. Werden die Reize uns simultan geboten und der Unterschied ist kein so grosser, dass schon vermöge eingeübter Associationen im Moment der Wahrnehmung das Urteil, welcher Reiz stärker ist, in uns auftaucht, so müssen wir innerlich von einem Reiz zum anderen successiv übergehen, und wirken die gleichzeitigen wenig verschiedenen Reize nur momentan ein, so erfolgt das Urteil überhaupt nicht auf Grund der Wahrnehmung, sondern erst nach erfolgter successiver Erinnerungsreproduktion. So fanden Merkel u. a. die Unterschiedsschwelle geringer, wenn die

Reize nacheinander einwirkten, als wenn sie gleichzeitig geboten wurden. Wenn wirklich, der üblichen Auffassung gemäss, der Empfindungsunterschied oder das Empfindungsverhältnis unmittelbar beurteilt werden könnte, so müsste der Unterschied am deutlichsten sein, sobald beide Reize zugleich wirken, während wir gerade in diesem Falle doch innerlich genau empfinden, wie wir erst den einen, dann den anderen Reiz beachten. Die Spannungstheorie lässt das notwendig erscheinen, da wir, ihr zufolge, den Empfindungsunterschied ja nur an der Empfindung korrespondierender Spannungsänderung messen, von einer Spannungsänderung aber nur bei successiv eintretenden verschiedenen Spannungen die Rede sein kann.

Auch das Wachsen der Unterschiedsschwelle bei simultaner Einwirkung erklärt sich leicht. Entweder nämlich erwarten wir, dass die Reize ungleich sind; dann müssen wir, um die Empfindung einer Spannungsänderung zu erlangen, die Reize successiv vergleichen, d. h. wir müssen statt der zwei Wahrnehmungen eine Wahrnehmung mit einem Erinnerungsbild vergleichen; die Erinnerung ist aber ungenauer als die Wahrnehmung, die Unterschiedsschwelle wird also wachsen. Oder wir erwarten, dass die Reize gleich sind; dann werden wir beide auch wirklich gleichzeitig aufzufassen bemüht sein. Wir werden dann also uns gleichzeitig beiden Reizen mit einer gemeinsamen Spannung anzupassen bemühen, ein Versuch, der naturgemäss nur dann misslingen wird, wenn die Reize erheblich verschieden sind; bei geringer Verschiedenheit dagegen wird die gemeinsame Spannung über den Wahrnehmungsunterschied hinwegtäuschen, so dass die Unterschiedsschwelle auch in diesem Falle hinausgeschoben wird.

Dieses führt uns nun aber noch zu einem anderen Argument. Wir sahen, dass bei kurz einwirkenden Simultanreizen von geringem Unterschied eine Aussage über die Richtung des Unterschiedes nur dann möglich ist, sobald wir die eine Empfindung in der Erinnerung reproduzieren, um eine Suc-

cession herzustellen. Wir wissen sogar, dass wir in vielen Fällen eine Empfindungswahrnehmung bezüglich ihrer Intensität mit einer Empfindung vergleichen können, die vor verhältnismässig langer Zeit auf uns einwirkte, bei der das Erinnerungsbild also in keiner Weise mehr auf direkte Nachwirkung gestützt ist. Bei den gewöhnlichen Massurteilen bezüglich der Intensität einer Gewichts-, einer Ausdehnungs-, einer Temperaturempfindung pflegt es sich ja freilich nicht mehr um Vergleichung mit Erinnerungsbildern, sondern um direkte Associationen mit Sprachvorstellungen zu handeln. Wenn wir dagegen den Ton eines Instrumentes stärker finden als den eines anderen Instrumentes, das wir vor längerer Zeit gehört; wenn uns die Farbe des Himmels heute heller scheint als gestern; wenn wir durch den Geschmack feststellen, dass eine salzige Lösung einmal konzentrierter ist als ein andermal, oder wenn wir feststellen, dass unser Zahnschmerz jetzt nicht so stark ist, als er vor einem Jahr gewesen, so handelt es sich da doch zweifellos überall um Vergleiche zwischen Wahrnehmung und Erinnerung. Nach der hergebrachten Auffassung ist das Zustandekommen solcher Urteile mehr oder weniger unbegreiflich. Dass die zeitlich so auseinanderliegenden Reizwahrnehmungen nicht unmittelbar eine besondere Unterschiedsempfindung ermöglichen, versteht sich von selbst; es werden also thatsächlich nicht die zwei Wahrnehmungen, sondern die Wahrnehmung mit der Erinnerung bezüglich der Intensität verglichen. Nun kann doch aber darüber kein Zweifel sein, dass das Erinnerungsbild in seinem Empfindungsinhalt — Träume, Suggestionen, Halluzinationen natürlich ausgenommen — weit schwächer in unser Bewusstsein tritt als die Wahrnehmung. Es ist ja schon so oft mit Recht gesagt, dass ein Erinnerungsbild der Sonne nicht blendet, die reproduzierte Empfindung des Heissen nicht schmerzt, kurz, dass die erneuerte Empfindung an Intensität normalerweise weit hinter der Wahrnehmung zurücksteht. Wie ist dann aber eine Vergleichung der Intensitäten

möglich? Es ist leicht ersichtlich, dass dieses Problem für die Spannungstheorie keinerlei Schwierigkeit aufweist. Das Erinnerungsbild besitzt in der That für gewöhnlich nicht die Stärke der Wahrnehmung, dagegen kann es von ebenso starken Spannungen begleitet sein wie diese, und die Spannungsänderungen können sich somit in gleicher Weise wie bei Wahrnehmungen bemerkbar machen.

Einem anderen Gebiet gehört folgende Thatsache an. Die Unterschiede der Kälte und Hitze, des Kitzels und Hautschmerz, des Schwarzen und Weissen entstehen durch Zunahme eines Reizes, aber während die einander nahe liegenden Stufen der Intensitätsskala auch wirklich subjektiv als verschiedene Intensitäten aufgefasst werden, bieten sich die extremen Unterschiede als qualitative Verschiedenheiten dar. Niemand wird dem subjektiven Gefühl folgend Hitze und Kälte für lediglich quantitativ verschiedene Reize halten. Die Spannungstheorie macht das verständlich. Zwischen jenen Extremen liegen nämlich mittlere Punkte, von denen aus nach beiden Richtungen die Spannungsempfindungen entgegengesetzte Tendenz haben. Die Intensitätsskala muss aber, der Theorie zufolge, subjektiv dort abbrechen, wo die gleichartigen Spannungsempfindungen aufhören. Obgleich also der Reiz stetig zu- oder abnimmt, genügt das Umschlagen der einen Spannungsreihe in eine Spannungsreihe von anderer Art, um den Eindruck quantitativer Verschiedenheit in den qualitativer Verschiedenheit überzuführen.

Wir müssten das gesamte Gebiet der Lehre von den Empfindungsintensitäten durchwandern, um alles das zu berühren, was erst durch die Spannungstheorie zureichende Erklärung findet; wir würden dann sehen, wie die Wirkungen der Ermüdung, der Uebung und besonders des Kontrastes durch unsere Auffassung dem Verständnis näher rücken, wie die Ueberschätzung und Unterschätzung der Reize unter besonderen Umständen sich aus derselben notwendig ergeben, kurz wie die mannigfaltigsten Probleme ihre Schwierigkeit verlieren.

II.

Nur eine einzige Konsequenz der dargestellten Theorie schien in völlig entmutigender Weise aller Wirklichkeit derart zu widersprechen, dass ich fast mich scheute, sie auch nur irgendwie durch Experimente zu prüfen. Die Konsequenz, die ich im Auge habe, ist folgende.

Wir hatten behauptet, dass die intensiv verschiedenen Empfindungen an und für sich keine andere Aussage zuließen, als dass sie nicht identisch sind. Unterschiede zwischen völlig heterogenen Bewusstseinsinhalten abzumessen, wäre somit zunächst unmöglich und die Aussage, der Unterschied zwischen einem Empfindungspaar sei gleich dem Unterschied zwischen einem anderen Paare, entbehrte somit zunächst jeglichen Sinnes. Trotzdem, behauptete unsere Theorie, sind solche Unterschiedsvergleiche zulässig, dieselben beruhen nur nicht auf der Wahrnehmung eines Empfindungsunterschiedes, sondern darauf, dass jede Empfindungsintensität reflektorisch Muskelspannungen erzeugt, deren Veränderungen in uns Spannungsempfindungen hervorrufen. Diese Spannungsempfindungen sollen nun die Grundlage für die Trennung zwischen qualitativer und intensiver Unterscheidung sein; wo sie vorhanden sind, sprechen wir von intensiven Unterschieden, und wo die Spannungsempfindungen gleich sind, sprechen wir von gleichen Unterschieden. Da die Spannungsempfindungen sich ihrerseits untereinander nicht durch Intensitätsverschiedenheiten unterscheiden, sondern durch zeitliche und räumliche Ausdehnung der intensiv gleichen Empfindung, so lässt sich die Empfindung schwächerer Spannungsänderung unmittelbar an der Empfindung stärkerer Spannungsänderung abmessen und die Unterschiedsvergleichung zweier Empfindungspaare kann somit zu wirklicher Messung übergehen.

Ist diese Theorie richtig, so fordert sie als logische Konsequenz: zwei Empfindungspaare müssen sich auch dann

bezüglich ihrer Unterschiedsgrösse vergleichen lassen, wenn sie disparaten Sinnesgebieten angehören. Mit demselben Recht, mit dem wir sagen: der Unterschied zweier Lichtstärken ist gleich dem Unterschied zweier anderer Lichtstärken, müssen wir auch behaupten können: der Unterschied zweier Lichtstärken ist gleich dem Unterschied zweier Tonstärken und dieser gleich dem Unterschied zweier Geschmacksintensitäten oder gleich dem Unterschied zweier Gewichtsstärken, denn wenn wirklich nicht die Unterschiede der Empfindungen, sondern die Unterschiede der begleitenden Muskelspannungen in Frage kommen und durch Spannungsempfindungen gemessen werden, so muss sich selbstverständlich ein Schallstärkenverhältnis herstellen lassen, bei dem die sekundäre Spannungsänderung gleich ist der Spannungsänderung bei einem bestimmten Gewichtsverhältnis. Sollte das Experiment beweisen, dass ein solcher Versuch unmöglich ist, wir solche Vergleichung von Reizpaaren disparater Sinnesgebiete nicht auszuführen vermögen, so müsste die Unerfüllbarkeit der theoretischen Konsequenz den Wert der zu Grunde gelegten Theorie erschüttern. Sollte das Experiment dagegen beweisen, dass eine solche Vergleichung thatsächlich möglich ist, dass wir in konstanter Weise den Unterschied disparater Reizverhältnisse abmessen können, so wäre es wohl kaum mehr möglich, die dargestellte Theorie abzulehnen, da jede andere Auffassung durchaus unzureichend wäre. Die Erwägung spitzt sich also derart zu, dass wir an eine Frage gelangt sind, welche nicht durch Erörterung, sondern nur durch Experimente beantwortet werden kann. Dass im Falle des Gelingens die Tragweite solcher Experimente weit über die untersuchte Spezialfrage hinausreicht, versteht sich von selbst; die gesamte Psychophysik, die damit endlich von der Diskussion über die Bedeutung der eben merklichen Unterschiede befreit wird, müsste eine neue Grundlage gewinnen, wenn durch solche Experimente die Notwendigkeit der Spannungstheorie und die Unhaltbarkeit jeder anderen

Auffassung bewiesen würde. So ungewöhnlich, ja auf den ersten Blick absurd die Fragestellung auch scheinen mochte, so glaubte ich unter diesen Verhältnissen doch, ihr näher treten zu müssen.

Darüber war ich mir von vornherein klar, dass ich mich vor einem naheliegenden Missgriff hüten musste. Das erstrebte Ziel wäre ja nämlich scheinbar dadurch erreicht, dass auf zwei disparaten Sinnesgebieten zwei in gleicher Weise eben merkliche Unterschiede hergestellt werden; wenn der Unterschied zweier Lichtstärken und der Unterschied zweier Schallstärken gleich merklich ist und gleich merkliche Unterschiede gleich sind, so ist ja thatsächlich ein Schallunterschied einem Lichtunterschied gleich empfunden und der Beweis für die Möglichkeit solcher Vergleichung erbracht. Es liegt auf der Hand, wo hier der Fehler steckt. Wir haben durchaus nicht die Berechtigung, zwei eben merkliche Unterschiede ohne weiteres als gleich zu betrachten; thun wir es, so legen wir in die Voraussetzung schon alles das hinein, was wir beweisen wollen. Die stillschweigende Identifizierung des gleichmerklichen Unterschiedes mit dem gleichen Unterschied ist eben der prinzipielle Fehler der ursprünglichen Psychophysik.

Wir können ja selbstverständlich willkürlich festsetzen, dass wir als gleichen Empfindungsunterschied den gleich merklichen bezeichnen wollen; dann dürfen wir uns nur nicht einbilden, aus dieser Gleichheit irgend etwas weiteres über das Verhältnis von Reiz und Empfindung ableiten zu können. Wir könnten in derselben Weise, wie v. Kries treffend ausgeführt hat, dahin übereinkommen, irgend einen anderen Empfindungsunterschied, etwa den bei gleichem Reizunterschied, als gleich zu bezeichnen. Bezeichne ich einen Lichtstärkenunterschied als gleich einem Schallstärkenunterschied, weil beide eben merklich sind, so habe ich damit nicht die geringste Einsicht gewonnen; ganz davon unabhängig ist aber die Frage, ob es nicht Schall- und Lichtunterschiede gibt,

die mir in unmittelbarer Empfindung gleich erscheinen. Es wäre ja möglich, dass meine unmittelbare Wahrnehmung mich auch die beiden eben merklichen Unterschiede als gleich empfinden lässt; ich hätte dann ein Recht, in ihnen irgend ein identisches Element zu vermuten und daraufhin sie wirklich als gleich anzuerkennen. Ich darf sie nur nicht von vornherein lediglich deshalb gleich nennen, weil sie gleich merklich sind. Der selbstverständliche Umstand, dass es auf den verschiedensten Sinnesgebieten eben merkliche Unterschiede gibt, geht mich also gar nichts an, wenn ich nicht gleich bei der Fundamentierung mir eine fahrlässige Vertauschung will zu schulden kommen lassen; aus dem Auffinden gleich merklicher Unterschiede darf ich nichts darüber ableiten, ob eine wirkliche Vergleichung auf disparaten Sinnesgebieten möglich ist. Es kam also alles darauf an, solche unmittelbare Vergleichung ohne theoretische Reflexion zu versuchen.

Die Experimente, die in diesem Sinne in meinem Laboratorium ausgeführt wurden, beschäftigten mich vom Juni 1888 bis März 1889. Bei sämtlichen Reihen war ich allein die Versuchsperson, während die Herstellung der objektiven Reize, die Protokollierung u. s. w. im Sommer von Herrn stud. astr. Hausdorff, im Winter von Herrn stud. math. Rothacker ausgeführt wurde. Es wird sich zeigen, dass die Versuche ihrer ganzen Anlage nach nur den Wert einer allgemeinen vorläufigen Orientierung beanspruchen können, so dass die gewonnenen Zahlenwerte in keiner Weise absolute Gültigkeit besitzen. So sind die Versuche denn auch noch lange nicht abgeschlossen; genaue Spezialuntersuchungen werden sich an diese einleitende allgemeine Studie anschliessen müssen. Dennoch glaubte ich, mit der Veröffentlichung des bisher gewonnenen Materials nicht zögern zu dürfen, da es zunächst gar nicht auf genaue Zahlenwerte, sondern nur auf Erledigung der prinzipiellen Frage ankam. Die ersten Versuche über die Grösse der Unterschiedsschwelle

und das Webersche Gesetz waren ebenfalls methodologisch völlig unzureichend und dennoch konnte die Diskussion ausgiebig an sie anknüpfen, wenn auch ihre speziellen Zahlenangaben durchgängig durch genauere Werte allmählich ersetzt werden mussten.

Es versteht sich von selbst, dass die Versuchsanordnung von den bisherigen psychophysischen Experimenten nicht unwesentlich abweichen musste. Galt es doch bei der Untersuchung der Unterschiedsschwelle bisher stets nur zwei gegebene Reize zu vergleichen, und selbst wo übermerkliche Unterschiede angewandt wurden, also bei der Methode der mittleren Abstufungen, waren nie mehr als drei Reize in Anwendung gekommen; der Unterschied des ersten und zweiten Reizes wurde mit dem Unterschied des zweiten und dritten verglichen. Zwei verschiedene Reizpaare, also vier Reize, waren bisher nicht einmal innerhalb eines Sinnesgebietes, um so weniger also in disparaten Sinnesgebieten, verwertet. Trotzdem ergab sich nun bei tastenden Vorversuchen sofort, dass eine Vergleichen zweier Reizpaare subjektiv ohne die geringste Schwierigkeit vor sich geht. Wenn wir fragen, ob der Unterschied etwa zwischen zwei bestimmten Gewichten grösser oder gleich oder kleiner sei als der Unterschied zwischen zwei bestimmten Schallstärken, so ist zunächst jeglicher geneigt, die ganze Fragestellung für sinnlos zu halten, aber jeglicher überzeugt sich nach wenigen Proben, dass die Beantwortung dieser Frage sich so leicht und natürlich bewerkstelligen lässt und nahezu mit derselben Sicherheit, mit der wir beurteilen, ob von zwei gegebenen Linien die erste länger, gleich oder kürzer als die zweite sei. Sind uns beispielsweise zwei andauernde Lichtreize von bestimmtem Stärkeverhältnis gegeben und halten wir ausserdem in der linken Hand ein Gewicht von bestimmter Schwere, so können wir durch langsame Belastung oder Entlastung unserer rechten Hand in derselben ein Gewicht derart herstellen, dass uns der Unterschied zwischen den beiden Ge-

wichten gleich dem Unterschied zwischen den beiden Lichtreizen erscheint.

Fünf verschiedene Sinnesgebiete haben wir bei unseren Versuchen berührt; eine weitergehende Prüfung, etwa die Zuziehung von Temperatur-, Geruch-, Geschmackreizen hätte die Experimente erschwert, ohne dass die Versuche bezüglich der prinzipiellen Entscheidung gewonnen hätten. Die tatsächlich in Anspruch genommenen Empfindungen waren Druckempfindungen, Gesichtsempfindungen, Schallempfindungen, Empfindungen der Augenbewegung und Empfindungen der Armbewegung. Ich muss auf die Erzeugung der betreffenden Reize etwas näher eingehen. Besonders betont sei aber auch hier noch einmal, dass es mir von vornherein nicht auf genaue, absoluten Wert beanspruchende Zahlenergebnisse, sondern lediglich auf prinzipielle Orientierung ankam. Die Reize, und vornehmlich gilt das von den Lichtreizen, wurden deshalb in einer für exakte Spezialuntersuchungen nicht hinreichend eleganten Weise hergestellt und manche Fehlerquelle unberücksichtigt gelassen, welche bei der Gewinnung endgültiger Zahlen zu beachten wäre. Es hätte mir aber wahrlich wenig Gewinn gebracht, wenn die Dezimalstellen meiner Zahlen zuverlässiger wären und die Versuche dafür an inneren Variationen eingebüsst hätten; die feineren Einzelarbeiten lassen sich leicht aufbauen, wenn nur erst der Grund möglichst zuverlässig gelegt ist.

Sämtliche Reize wurden so hergestellt, dass innerhalb jedes Reizpaares der erste Reiz auf die linke, der zweite Reiz auf die rechte Körperhälfte der Versuchsperson einwirkte. Das erste Gewicht wurde an die linke Hand, das zweite an die rechte Hand gehängt; der erste Lichtreiz wurde in der linken, der zweite in der rechten Gesichtshälfte angebracht; die erste Armbewegung vollführte der linke, die zweite der rechte Arm; nur die Schallreize, bei denen das Lokalisationsmoment ja zurücktritt, wurden beide in der Mittelebene an derselben Stelle hervorgerufen.

Als Schallreiz diente der Schlag, welchen eine aus verschiedener Höhe herabfallende Kugel beim Anprallen auf der Unterlage hervorrief. Die Kugel war 3 g schwer. Die nach mannigfaltigen Proben ausgewählte Unterlage bestand in einer zwei Quadratdecimeter grossen Glasplatte, die in einer Schale aus Hartgummi lag; wenn auch die Glasplatte sehr häufig zersprang und erneuert werden musste, so war durch die Vorrichtung doch erreicht, dass der Schall nicht unangenehm war und somit lange nicht so schnell das Ohr ermüdete wie bei Metallunterlagen und dass zweitens die Kugel beim Aufschlagen nicht abprallte, sondern sofort liegen blieb, ein störendes Nachgeräusch also vermieden war. Die Höhe, aus der die Kugel herabfiel, wechselte zwischen 5 und 60 cm; ein vertikaler Centimetermassstab war so an der Schale angebracht, dass der Höhenabstand über der Glasplatte unmittelbar an dem Massstab abgelesen werden konnte, sobald die Kugel, sei es mit federnder Zange, sei es mit den Fingern neben der Stange gehalten und dann losgelassen wurde. Da die fallende Masse und die Unterlage konstant blieb, so werden wir die Schallstärke der Fallhöhe direkt proportional setzen können.

Die Druckreize wurden so hergestellt, dass bei horizontalem Unterarm über das Endglied der ausgestreckten mit dem Rücken nach unten gekehrten Zeigefinger kleine Wagschalen mit Gewichten gehängt wurden. Die Wagschalen bestanden aus quadratischen Platten von Kartonpapier, an deren vier Ecken Baumwollfäden befestigt waren; dieselben vereinigten sich oben in einer Schlinge, welche leicht über den Finger gestreift werden konnte. Wie sehr auch die Belastung der Pappschale wechselte, blieb die Berührungsfläche somit doch unverändert. Das geringe Gewicht der genau gleich schweren Wagschalen wurde selbstverständlich den gehobenen Gewichten hinzuaddiert. Wo die Gewichte das zweite Reizpaar bildeten, dessen Unterschied dem eines andern Reizpaares gleich gemacht werden sollte, war es nötig,

das Gewicht leicht und schnell zu verändern, während die Schale am Finger hing. Ich verzichtete in diesem Falle auf die sonst benutzten Messinggewichte, verwertete dann vielmehr eine Glasschale, in welche mittels Trichter so lange Quecksilber langsam zugegossen wurde, bis das subjektiv für richtig gehaltene Gewicht gefunden war; nachträglich wurde dann die Schale mit dem Quecksilber gewogen. Die in Betracht kommenden Gewichtstärken lagen zwischen 30 g und 500 g. Die Gewichtsempfindung war keine reine Druckempfindung, da kleine Hebungen des Fingers unterstützend zugezogen wurden; stets aber handelte es sich nur um Drehungen im Fingergelenk, Hand und Arm blieben unbewegt.

Die Lichtreize wurden in üblicher Weise durch zwei Helmholtzsche Drehscheiben erzeugt, bei denen ein weisser Sektor von wechselnder Grösse den schwarzen Grund unterbrach und so bei der Drehung ein kontinuierliches gleichmässiges Grau von verschiedener Stärke entstehen liess. Die Grösse des weissen Sektors schwankte zwischen 10° und 270° . Der Durchmesser der Scheibe war ein Decimeter. Wenn ich vorher erwähnte, dass die Lichtreize am wenigsten denjenigen experimentellen Anforderungen genügten, die für Gewinnung ganz genauer Zahlenwerte unerlässlich sind, so hatte ich damit den Umstand im Auge, dass die Beleuchtung bei unsern Versuchen keineswegs konstant war, da wir nicht Lampenlicht, sondern zerstreutes Tageslicht bei recht verschiedenem Wetter benutzten, und dass zweitens der schwarze Grund unserer Scheiben eigentlich nur ein schwärzliches Dunkelgrau war, wie die käuflichen sogenannten schwarzen Scheiben zu sein pflegen. Der schwarze Teil der Scheibe enthält somit auch noch eine nicht geringe Lichtintensität, und wenn der weisse Sektor der zweiten Scheibe beispielsweise dreimal so gross war als der in der ersten Scheibe, so war mithin das bei der Drehung erhaltene Licht der zweiten Scheibe noch lange nicht objektiv dreimal so stark als das der ersten. Bei exakten Spezialuntersuchungen, wie sie zur

weiteren Verfolgung des hier betretenen Weges notwendig sind, werden beide Uebelstände leicht zu vermeiden sein; ich selbst beabsichtige, bei einer demnächst zu beginnenden Spezialarbeit über das Verhältnis von Licht- und Schallreizen konstante künstliche Beleuchtung und tiefschwarze Scheiben auf kontrastgünstigem Hintergrund zu verwerten, wie Lehmann u. a. sie im Wundtschen Laboratorium mit bestem Erfolg benutzten.

Die vierte Gruppe von Reizobjekten waren Raumgrößen, die sich dem Augenmass darboten, und zwar verwertete ich den Augenmassapparat, den ich im zweiten Heft dieser Beiträge ausführlich beschrieben habe. Benutzt wurden lediglich horizontale Punktdistanzen, derart dass, 600 mm vom Auge entfernt, vier weisse Punkte auf der grünen Fläche in horizontaler Linie hin und her bewegt wurden. Die beiden mittleren Punkte bleiben, dem Augenabstand entsprechend, je 35 mm von der Medianebene entfernt; der erste und vierte Punkt wurden somit allein zur Herstellung der zwei Raumgrößen verschoben. Der Abstand zwischen erstem und zweitem Punkt bildete den ersten, der Abstand zwischen drittem und viertem Punkt den zweiten Reiz und der Unterschied dieser beiden Reize wurde wieder mit dem Unterschied zweier Ton- oder Gewichts- oder Lichtstärken verglichen. Bildeten die beiden Augenmassgrößen das erste Reizpaar, dem ein zweites Paar gleich gemacht werden sollte, so konnten natürlich alle vier Punkte vorher in bestimmter Entfernung eingestellt werden; sollten sie dagegen als zweites Reizpaar dienen, das seinerseits einem andern Paar gleich gemacht wird, so musste der vierte Punkt während des Versuches hin und her geschoben werden, bis der rechte Abstand getroffen ist. Diese Einstellung hat nun die Versuchsperson nicht wie bei den gewöhnlichen Augenmassversuchen selbst ausgeführt, sondern stets der Assistent; dadurch war erreicht, dass in die Vorstellung des Empfindungsunterschiedes sich keinerlei Armbewegungsempfindung einmischte, die vom Auge

ausgehenden Empfindungen somit isoliert bleiben. Dass diejenigen Erregungen, welche Gesichtsgrössenvorstellung vermitteln, in letzter Linie ihren Ursprung ausnahmslos im Augenmuskelapparat haben, dessen Sensationen als Innervationsempfindungen zur Reizung bestimmter Netzhautstellen associiert werden, das habe ich in meinen Augenmassstudien ausführlich begründet; die in dieser Gruppe gebotenen Reize sind also eigentlich Augenbewegungen von bestimmtem Drehungswinkel.

Als fünfte Gruppe dienten Armbewegungen, deren exakte Messung in folgender Weise ermöglicht wurde. Vor der sitzenden Versuchsperson war in Brusthöhe, 300 mm vor der Brust, ein schmales Lederband horizontal straff gespannt. Die Mitte des Bandes war der Brustmitte gegenüber und dieser Punkt war durch einen vertikal befestigten kleinen Metallstab kenntlich gemacht. Von diesem Mittelpunkt aus lief nach beiden Seiten Centimetereinteilung. Wurden nun beide Hände so an das Band gelegt, dass rechts und links die Spitzen der drei ersten Finger zunächst den Metallstab berührten und dann an dem Lederstreifen entlang glitten, so konnte unmittelbar an demselben vom Assistenten abgelesen werden, um wieviel Centimeter die Hand sich auf jeder Seite von der Mittelebene entfernt hat. Die Augen der Versuchsperson waren dabei geschlossen, und da die Tastempfindung in den Fingerspitzen unverändert blieb, so war die resultierende Vorstellung des Unterschiedes zwischen der rechts und links durchlaufenen Strecke lediglich Funktion der Armbewegungsempfindung. Dass dieselbe in der Grössenbestimmung der von den Fingern durchmessenen Raumlänge keinen adäquaten Massstab hat, versteht sich von selbst, da ja bei solcher Bewegung successiv ganz verschiedene Muskelgruppen in Aktion treten und wir dementsprechend die Bewegungsempfindung im ganzen Arm langsam fortkriechend fühlen. Auch hier werden genaue Spezialuntersuchungen sich angelegen sein lassen müssen, Bewegungen zur Messung

herbeizuziehen, bei denen nur eine Muskelgruppe in Frage kommt. Um den Armbewegungen einen bestimmten Umfang vorzuschreiben, wurde an den gewünschten Stellen eine kleine Metallzange an das Lederband festgeklammert, so dass die gleitende Hand über die Stelle nicht hinüberkonnte. War die Abgrenzung der einen Bewegung wieder dem Urteil der Versuchsperson überlassen, so führte sie den Arm so weit, bis die gewünschte Strecke durchmessen war, und der Assistent las ab, bei welchem Centimeterstrich die Fingerspitzen anhielten.

Bei dieser Gelegenheit muss eine Frage berührt werden, die eigentlich als erledigt gelten könnte, durch eine neuere Arbeit von Löb aber noch einmal zur Diskussion gestellt ist. Bekanntlich einigen sich die Psychologen heute immer vollständiger über die Thatsache, dass unsere, den Willensakt charakterisierende Innervationsempfindung nichts anderes ist als die der Bewegung vorangehende, durch Association erweckte Erinnerungsvorstellung der früher ausgeführten Bewegung. Die Bewegungsempfindung wird anticipiert und die thatsächliche Bewegung gilt als dem Willen entsprechend ausgeführt, sobald die dabei wahrgenommene Bewegungsempfindung der vorangehenden Vorstellung, der sogenannten Intervationsempfindung gleich ist. Die eingeübte Association kann nun natürlich bedingen, dass, wenn durch krankhafte Leitungsstörungen die wirkliche Bewegung ausbleibt, wir die anticipierte Erinnerungsvorstellung für die erwartete Bewegungsempfindung halten und so, den Angaben der Innervationsempfindung entsprechend, eine gar nicht vollzogene Bewegung ausgeführt zu haben glauben. Wo aber der motorische Impuls zu einer normalen Bewegung führt, da kann selbstverständlich zwischen der Innervationsempfindung und der bei der wirklichen Bewegung wahrgenommenen Empfindung kein Unterschied bestehen, da die Innervationsempfindung ja eben nur die anticipierte Bewegungsempfindung ist; würde zwischen beiden eine Differenz sich herausstellen, so würden

wir überzeugt sein, die gewollte Bewegung nicht ausgeführt zu haben. Die Empfindung des bewegten Armes ist also nicht nur letzter Ursprung des Impulsgefühles, sondern unmittelbare Kontrolle der Impulsausführung und somit Massstab der Bewegungsgrösse.

Löb ¹⁾, der von den „Psychologen“ in Anführungszeichen sprechen zu müssen glaubt, hat experimentell in sehr interessanter Weise konstatiert, dass, wenn wir uns bemühen, mit der Hand bei verschiedener Armstellung zwei gleiche Strecken zu durchmessen, sehr erhebliche von der Armhaltung abhängige Unterschiede der wirklich durchgemessenen Strecken zu Tage treten. Die gezeichnete Linie wird nicht gleich lang, wenn wir den Arm gestreckt und wenn wir ihn gebeugt halten. Nun wollen wir in beiden Fällen gleiche Grössen herstellen; statt daraus zu schliessen, dass mithin die gleiche Bewegungsempfindung, je nach dem vorhandenen Kontraktionsgrad der Muskeln bei sehr verschiedenen Drehungswinkeln eintreten kann, subjektiv uns bei verschiedener Armhaltung also auf Grund der Empfindung im thätigen Organ Bewegungen gleich erscheinen, deren objektiver Effekt verschieden ist, statt dessen schliesst Löb, „dass die Empfindung der Grösse und der Richtung unserer willkürlichen Bewegungen abhängt vom Willensimpuls zur Bewegung, aber nicht von den bei der Bewegung im thätigen Organ ausgelösten Empfindungen“. Hätte Löb recht, so würde die von mir benutzte Methode der Vergleichung von Armbewegungsempfindungen selbstverständlich haltlos sein; unser subjektives Urteil erstreckt sich auf den „Willensimpuls“, unser Centimetermass misst nur die ausgeführte Bewegung, wir haben gar kein Mittel zu kontrollieren, ob diese jenem entspricht, wir wissen vielmehr aus Löbs Versuchen, dass die Bewegung dem Willen meistens nicht entspricht, die Verwertung der

¹⁾ Löb, Untersuchungen über die Orientierung u. s. w. In Pflügers Archiv f. d. ges. Physiol. Bd. 46. S. 1 ff.

durchmessenen Strecken ist also kritiklos, da es uns ja nur auf die Empfindungen ankommen kann, an denen das thätige Organ doch gar nicht beteiligt sein soll.

Löbs Schlüsse gutheissen, bedeutet nun aber den That-
sachen völlig Gewalt anthun. Können wir denn übersehen, dass wenn der gestreckte und der gebeugte Arm dieselbe Centimeterzahl durchmessen, dass dann ganz verschiedene Muskelgruppen mit ganz verschiedenen Querschnitten beteiligt sind, so dass es von vornherein höchst unwahrscheinlich ist, in beiden Fällen dieselbe Empfindung zu erhalten; die gleich starke Empfindung im thätigen Organ wird vielmehr je nach den vorhandenen Kontraktionsverhältnissen bei sehr verschiedenen Bewegungen eintreten und gerade weil wir nicht einem „Willensimpuls“ den Massstab der Bewegung entnehmen, sondern der Bewegungsempfindung, so werden wir, in dem Bestreben durch Bewegung beidemal dieselbe Empfindung zu erzeugen, zwei verschieden umfangreiche Bewegungen ausführen müssen. Kommen hierbei doch rein anatomische Fragen entscheidend in Betracht. So ist die Dehnung und Erschlaffung der Muskeln bei gleichen Drehungswinkeln verschieden, je nach der gegenseitigen Lage der beiden Knochen¹⁾. „Sie ist am bedeutendsten, wenn dieselben so zu einander stehen, dass die Richtung des Muskelzuges die Achse des bewegten Knochens rechtwinkelig schneidet, und wird desto geringer, je mehr der Winkel zwischen der Richtung des Muskelzuges und dem Knochen spitz oder stumpf wird.“ In anbetracht, dass sich bei verschiedener Armhaltung die Lage der Knochen in hohem Masse verändert, könnten wir mithin, selbst wenn es sich stets um dieselben Muskeln handeln würde, dennoch die Empfindung unmittelbar von der Muskelverkürzung abhängig denken; es kann eben die gleiche Verkürzung und mithin die gleiche Bewegungsempfindung infolge veränderter

¹⁾ Braune u. Fischer, Die Rotationsmomente der Beugemuskeln am Ellbogengelenk des Menschen. 1889. S. 284. Goldscheider, Muskelsinn. In Dubois' Archiv f. Physiol. 1889. S. 496.

Knochenlage bei sehr verschiedenen Drehungswinkeln eintreten. Wir können also trotz Löbs Versuchen dabei stehen bleiben, dass wir bei willkürlichen Armbewegungen nicht einen, von der Armbewegung unabhängigen, Willensimpuls, sondern lediglich die im thätigen Organe angeregte Bewegungsempfindung wahrnehmen, der ein völlig treues Phantasieabbild vorausgeht. Sollen wir zwei Armbewegungen vergleichen, so vergleichen wir mithin nicht zwei Willensimpulse, sondern zwei peripher angeregte Bewegungsempfindungen und für diese können wir, mit der früher besprochenen Reservation, in der That die durchmessene Centimeterzahl als Massstab nehmen.

Die fünf zur Verwendung kommenden Reizgruppen, Licht, Schall, Gewicht, Augenmass und Armbewegung, sind damit charakterisiert; die Methode ihrer Untersuchung ergab sich von selber. Wir mussten, nachdem wir die Möglichkeit, die Empfindungspaare zu vergleichen, durch vorbereitende Versuche festgestellt, nunmehr in möglichst zahlreichen Kombinationen von je zwei Reizgebieten untersuchen, ob solche Vergleichen wirklich zu exakten Zahlen führt, ob wirklich Gesetzmässigkeit zu konstatieren ist, oder ob in zufälligen Schwankungen die Resultate bald so, bald anders ausfallen. Es lag auch nahe, mehrere Reizgebiete mit einem anderen und dann untereinander zu vergleichen, um zu sehen, ob zwei Reizpaare, deren Unterschiede einem dritten gleich erscheinen, untereinander auch für gleich gehalten werden. Es musste auch die Frage entstehen, ob sich nicht irgend ein Sinn bei konstatierter Gesetzmässigkeit dazu eignet, gewissermassen als Normalmass für alle anderen Sinne zu werden, und ob die für übermerkliche Unterschiede gewonnenen Werte sich auch auf die eben merklichen Unterschiede anwenden lassen, so dass aus Versuchen mit übermerklichen Unterschieden die Unterschiedsschwelle theoretisch berechnet werden könnte.

Nun ist leicht ersichtlich, dass für die praktische Ausführung der Experimente die verschiedenen Reizgebiete sehr

ungleichartig waren. Nehmen wir den Fall, dass zwei Augenmassgrössen gegeben sind und es soll zu einer Schallgrösse eine zweite gesucht werden, derart, dass dieses Schallpaar jenem Raumgrössenpaar in unmittelbarer Empfindung entspricht. Die Augenmassgrössen bleiben zu dem Zweck konstant stehen; das Schallpaar muss dagegen unter immer erneuter Abstufung der zweiten Schallstärke fortwährend neu hergestellt werden, bis schliesslich das rechte Verhältnis gefunden ist. Bis dahin mag der Schall vielleicht dreissig-, vierzigmal wiederholt werden, das Ohr wird immer müder, die Aufmerksamkeit immerlässiger, das Ergebnis dadurch immer unzuverlässiger. Ist dagegen umgekehrt das Schallpaar gegeben und das Augenmass soll nun ein Raumgrössenpaar herstellen, das dem Schallpaar entspricht, so dürfen die beiden Schallstärken nur einmal angegeben werden und unmittelbar nachher wird der weisse Punkt im grünen Feld so lange verschoben, bis die rechte Stelle gefunden ist; da ist jede Ermüdung erspart und mit der vollen Frische und Sicherheit kann aus unmittelbarer Empfindung das Urteil gefällt werden. In gleicher Weise wie der Schall ist das Licht geeigneter als erstes Reizpaar wie als zweites, weil es hier nötig wird, die Scheibe immer wieder im Drehen anzuhalten und mit dem Transporteur einen neuen weissen Sektor abzumessen, während die Armbewegung natürlich genau so bequem wie das Augenmass ist.

So ergab es sich von selbst, dass in dem ersten Abschnitt, dem Hauptteil unserer Untersuchung, die Versuche dahin gingen, Licht, Schall und Gewicht erstens mit Armbewegungen, zweitens mit Augenmassgrössen zu vergleichen. Nur in geringem Umfang wurde eine Vergleichung anderer Kombinationen angefügt. Ich beginne damit, über die Versuche mit Armbewegungen zu berichten; die Versuche wurden ausnahmslos an mir angestellt und Herr stud. Rothacker assistierte. Ich sass also, die Ellbogen auf Armsessellehnen gestützt, so vor dem straff gespannten horizontalen

Bande, dass ich bequem die Fingerspitzen von der Mitte aus nach rechts und links hingleiten lassen konnte. Links war die Klammer bei 20 cm angebracht; sobald die linke Hand 20 cm durchglitten, sistierte mithin die Bewegung. Sofort nachdem die linke Hand still gehalten, setzt sich die rechte nach rechts hin in Bewegung und hält, ganz dem unmittelbaren Gefühle folgend, erst dann still, sobald die beiden Armbewegungsempfindungen denselben Unterschied darzubieten scheinen, wie die gebotenen beiden Licht- oder Gewichts- oder Schallempfindungen. Auch für diese war der erste Reiz stets constant und zwar war er ebenfalls freier Empfindung folgend gewählt, insofern Vorversuche mich Reizstärken auswählen lehrten, welche mir eine gewisse Aehnlichkeit mit der 20 cm-Bewegung zu haben schienen, um nicht schon hier zu sagen: welche gleiche Spannungsempfindung hervorriefen. Beim Gewicht war der, stets der linken Wagschale zukommende erste Reiz 50 g, beim Lichtreiz hatte die linke Scheibe einen weissen Sektor von 20° und beim Schall wurde der erste Schlag stets dadurch hervorgerufen, dass die Kugel aus einer Höhe von 10 cm auf die Glasplatte herabfiel.

Bei den Gewicht- und Schallversuchen hielt ich die Augen geschlossen, bei den Lichtversuchen betrachtete ich erst die linke, dann die rechte Scheibe und schloss darauf die Augen, ehe ich die Armbewegungen ausführte. — War der erste Reiz jedes Reizpaares konstant, so wechselte der zweite Reiz in völlig unregelmässiger Weise, so dass ich niemals durch Reflexion auch nur den geringsten Anhaltspunkt für die Grösse der Armbewegung hatte; überdies erfolgte die Armbewegung stets so unmittelbar und sicher, dass von einer etwaigen Ueberlegung gar keine Rede sein konnte. Der zweite Gewichtsreiz wechselte zwischen 50, 100, 150, 200 bis 500 g; der zweite Schallreiz entstand durch Kugelfall aus 10, 15, 20 50 cm Höhe, der zweite Lichtreiz durch einen weissen Sektor von 20, 30, 40, 60, 80 180° . So wechselten auf jedem Sinnesgebiet zehn

Reizpaare und jedes dieser zehn Reizpaare wurde zwanzigmal in völligem Durcheinander zur Beurteilung geboten. Für jedes der drei Sinnesgebiete wurden somit in dieser Gruppe 200 Einzelversuche gemacht; zwischen je zwei Versuchen blieb eine hinreichende Pause, um Kontrastwirkungen aufzuheben, die trotzdem noch offenbar häufig eintraten, wenn hinter einem Reizpaar, dessen Glieder sehr wenig verschieden waren, ein anderes geboten wurde, dessen Glieder extremen Unterschied besaßen.

Die Resultate dieser 600 Versuche sind nun folgende:

Tabelle I.

Linke Lichtscheibe: weisser Sektor 20°

Linke Armbewegung: 20 cm

Rechte Lichtscheibe	Rechte Armbewegung		
20°	26 cm.	M. V.	1,7 cm
30°	29,8 "	"	1,0 "
40°	35,8 "	"	3,6 "
60°	42,5 "	"	3,9 "
80°	47,9 "	"	3,9 "
100°	55,1 "	"	4,5 "
120°	60,3 "	"	4,5 "
140°	65,4 "	"	2,6 "
160°	69,2 "	"	1,4 "
180°	72,0 "	"	0,8 "

Tabelle II.

Linkes Gewicht: 50 g

Linke Armbewegung: 20 cm

Rechtes Gewicht	Rechte Armbewegung		
50 g	23,5 cm	M. V.	2,0 cm
100 "	26,4 "	"	2,2 "
150 "	30,8 "	"	4,5 "
200 "	36,8 "	"	5,3 "
250 "	44,7 "	"	5,0 "
300 "	48,9 "	"	4,7 "
350 "	54,1 "	"	3,1 "
400 "	61,3 "	"	3,3 "
450 "	64,3 "	"	2,1 "
500 "	67,9 "	"	2,5 "

Tabelle III.

Erster Schall: Fallhöhe 10 cm

Linke Armbewegung: 20 cm

Zweiter Schall		Rechte Armbewegung	
Fallhöhe	10 cm	23,8 cm	M. V. 1,2 cm
15	"	26,8 "	" 3,1 "
20	"	32,8 "	" 4,1 "
25	"	38,4 "	" 5,7 "
30	"	45,3 "	" 4,7 "
35	"	50,4 "	" 5,8 "
40	"	56,6 "	" 5,1 "
45	"	59,6 "	" 3,0 "
50	"	61,3 "	" 4,5 "

Es ergibt sich somit bei allen drei Sinnesgebieten eine ausnahmslose stetige Zunahme der entsprechenden Armbewegung bei zunehmender Reizstärke, obgleich die Reize regellos zwischen schwachen, mittleren und starken fortwährend wechselten. Es dürfte daher unmöglich sein zu behaupten, dass diese Reihen Produkt des Zufalls wären. Wenn die gebotenen Reize stetig an Stärke zugenommen hätten, erst alle Versuche mit 50 g, dann alle mit 100 g angestellt wären u. s. w., so könnte man auch einwenden, dass die Zunahme der entsprechenden Armbewegungen durch Reflexion entstanden sei, mit wachsendem Reiz also absichtlich immer grössere Bewegungen gemacht worden seien. Von alledem kann aber nicht die Rede sein. Ein Auswendigbehalten der dreissig Reize war ausgeschlossen, durch die zahlreichen Kontrastwirkungen wäre ein bestimmtes zahlenmässiges Grössenurteil beim Gewicht erschwert, bei Schall und Licht wegen mangelnder Uebung mir unmöglich gewesen und überdies hemmte ich absichtlich jedes auftauchende absolute Grössenurteil, gab mich vielmehr völlig dem unmittelbaren Sinneseindruck des Empfindungsverhältnisses hin; andererseits folgten sich nun die Reize in planlosem Durcheinander: unbestreitbar muss somit in dem, aus den Durchschnittszahlen sich ausnahmslos ergebenden stetigen

Wachstum der Armbewegung ein absolut sicherer Beweis für die Gesetzmässigkeit des zu Grunde liegenden Vorganges gesehen werden. Diese Gesetzmässigkeit muss um so mehr angenommen werden, als mannigfaltige störende Einflüsse, wie Kontrast u. s. w., den zahlenmässigen Ausdruck derselben thatsächlich beeinflussen und die Gesetzmässigkeit dennoch so markant hervortritt.

Als Versuchsperson kann ich die subjektive Aussage hinzufügen, dass mir an der Notwendigkeit der jedesmaligen Einstellung niemals ein Zweifel auftauchte, ich vielmehr die Grössen mit derselben Sicherheit und unmittelbaren inneren Gewissheit einstellen konnte, mit der ich eine Grösse einer anderen gleichmachen würde. Die bei der Methode der mittleren Abstufungen schon lange übliche Herstellung eines Reizes, der von zwei anderen gleichmässig verschieden erscheint, kam mir sogar entschieden subjektiv schwerer vor, als die hier ausgeübte Vergleichen zweier Reizpaare aus disparaten Sinnesgebieten; bei der mittleren Abstufung sind wir uns zuweilen doch nicht sicher bewusst, im Moment der Einstellung werden wir oft wieder schwankend, aus Gründen, die wir später erörtern müssen. Bei der Vergleichen disparater Verhältnisse kam das nicht vor; war das erste Reizpaar mit genügender Aufmerksamkeit wahrgenommen, so erfolgte die Herstellung des zweiten Reizpaares ohne jedes Zaudern und Schwanken. Die mittleren Variationen (M. V.) bewegen sich denn auch, wie die Tabellen zeigen, in ziemlich engen Grenzen, die offenbar bei exakteren Spezialuntersuchungen noch wesentlich zusammenrücken würden.

Selbstverständlich muss jeder Gedanke zurückgewiesen werden, die so gewonnenen Zahlen als Unterlage für numerische Proportionen zu benutzen, da das Wachsen der Armbewegung nicht wie das der Licht-, Schall- und Gewichtstärken unbegrenzt ist, vielmehr die Finger an dem Band nur etwa 73 cm sich fortbewegen konnten und schon von etwa 60 cm an sich Empfindungen der Zerrung und Dehnung zur Bewegungs-

empfindung gesellten. Eine kleine Zunahme bedeutet in jener Zone also für die Empfindung viel mehr als innerhalb der ersten fünfzig Centimeter. Dagegen wird diese physische Beschränkung der Armbewegung ganz gleichgültig sein, wenn wir die drei mit den Armbewegungen verglichenen Reizgruppen bezüglich der Zahlenwerte untereinander vergleichen und darauf achten, wie sich etwa ein Lichtpaar und ein Schallpaar, die beide demselben Bewegungspaar gleich geschätzt wurden, bezüglich ihrer relativen Unterschiedsgrösse verhalten.

Wie sehr die Centimeterzahlen des Armbewegungseffektes durch die physische Beschränkung der Armstreckung beeinflusst sind, und somit in keiner Weise absoluten Wert beanspruchen können, ergibt sich deutlich auch aus den Grössen der mittleren Variation. Dieselbe wird mit wachsender Bewegung nicht stetig grösser, sondern erreicht vor 60 cm schon ihr Maximum; die darüber hinausgehenden Bewegungen rufen offenbar so starke Nebenempfindungen hervor, dass eine geringe Abweichung von der als adäquat empfundenen Bewegungsgrösse stark ins Bewusstsein tritt und sofort korrigiert wird, derart, dass in dem einzigen Fall, in welchem der mittlere Durchschnitt auf 72 cm anwächst, die mittlere Variation auf 0,8 cm gesunken ist.

Auffallen könnte auch, dass in allen drei Gebieten die Reizgleichheit nicht mit Bewegungsgleichheit beantwortet wird, sondern die zweite Bewegung 23,5 . 23,8 und beim Licht sogar 26 cm beträgt, obgleich die erste Bewegung nur 20 cm umfasst. Hierbei ist zunächst zu bemerken, dass die zweite Bewegung, wie geschildert, stets vom rechten Arm herrührt, die erste vom linken; der rechte Arm arbeitet bei mir stets kräftiger, stärkere Leistung des rechten Armes ruft bei mir also dieselbe Bewegungsempfindung hervor wie schwächere im linken. Bei dem Bemühen, gleichzeitig nach beiden Seiten gleiche Strecken mit beiden Händen zu durchmessen, wird die rechte Strecke immer etwas grösser als die

linke. Aber das allein kommt hier nicht in Frage. Es ergibt sich vielmehr, wenn ich die Gesamtheit unserer Versuche überschauere, dass ausnahmslos Neigung besteht, für das zweite Reizpaar einen im Verhältnis zum ersten Reizpaar zu grossen Unterschied herzustellen. Wird 50 zu 150 g gleich 20 zu 30 cm Armbewegung geschätzt, so wird umgekehrt, wenn die Armbewegung gegeben ist und das Gewicht eingestellt werden soll, 20 zu 30 cm vielleicht gleich 50 zu 160 g gemacht; nehme ich nun wieder 50 zu 160 g als erstes Reizpaar, so wird mit dem Arm 20 zu 32 cm eingestellt, kurz es ist nicht gleichgültig, welches Reizpaar das zweite ist, da der zweite Unterschied stets etwas unterschätzt wird.

Berichteten die mitgeteilten Tabellen der ersten Gruppe von Vergleichung der Licht-, Schall- und Gewichtsstärken mit Armbewegungen, so reihen sich dem am einfachsten diejenigen Tabellen an, bei welchen dieselben drei Sinnesgebiete mit Augenmassgrössen in oben beschriebener Weise verglichen wurden. Bei diesen Versuchen assistierte zu grossem Teil Herr stud. Hausdorff; auch hier war ich die Versuchsperson. Diese zweite Gruppe zerfiel in zwei Abteilungen, insofern wir hier zuerst die Punktdistanz von 50 mm, dann die von 70 mm als erste Augenmassgrösse verwerteten. Solange die linke konstante Punktdistanz 50 mm betrug, wurde die linke Farbenscheibe mit dem weissen Sektor von 20° eingestellt, als Gewicht der linken Wagschale 50 g benutzt und die 3 g schwere Kugel beim ersten Schlag aus einer Höhe von 10 cm fallen gelassen. Die Reize wechselten wieder in völlig unregelmässiger Reihenfolge; jeder Reiz kam etwa 10mal zur Einwirkung. Die Schallstärke über die bei einer Fallhöhe von 50 cm zu steigern, erwies sich bei unserer Versuchsanordnung als unzulässig, da die Glasplatten bei grösserer Fallhöhe fast regelmässig zerbrachen. Die mittleren Variationen kann ich bei diesen Abteilungen fortlassen, da sie nicht wie bei den Armbewegungen eine mehr oder weniger komplizierte Kurve darstellen, sondern in gerader Linie so

fortschreiten, dass sie fast durchgängig etwa den fünfzehnten Teil der zweiten Punktdistanz betrugen, also etwa 3 mm bei 50 und 10 mm bei 150. Da bei den verwerteten Reizen die Augenmassgrössen nicht über 250 mm wuchsen, und diese Grösse, der geschilderten Einrichtung zufolge, ohne jede Anstrengung überblickt werden konnte, in die Augenbewegungsempfindungen sich also nicht wie bei den maximalen Armbewegungen störende Nebenempfindungen einmischen, so ist es natürlich, dass die mittlere Variation hier einfach den Distanzen im allgemeinen proportional wuchs. Die Fehlerquellen waren hier im allgemeinen dieselben, wie bei der früheren Gruppe. Die Resultate sind folgende:

Tabelle IV.

Linke Lichtscheibe: 20°

Linke Punktdistanz: 50 mm

Rechte Lichtscheibe	Rechte Punktdistanz
20°	53 mm
30°	60 "
40°	67 "
50°	81 "
60°	88 "
70°	98 "
80°	115 "
100°	141 "
120°	153 "
180°	206 "

Tabelle V.

Linkes Gewicht: 50 g

Linke Punktdistanz: 50 mm

Rechtes Gewicht	Rechte Punktdistanz
50 g	53 mm
75 "	59 "
150 "	63 "
200 "	81 "
250 "	102 "
300 "	120 "
350 "	137 "
400 "	156 "
500 "	191 "
600 "	217 "

Tabelle VI.

Erster Schall: Fallhöhe 10 cm
Linke Punktdistanz: 50 mm

Zweiter Schall	Rechte Punktdistanz
10 cm	53 mm
15 "	65 "
20 "	74 "
25 "	89 "
30 "	110 "
40 "	124 "
50 "	157 "

Auch hier wieder ergibt sich somit das überraschende Resultat, dass, obgleich die Reize in wirrer Unordnung sich folgten und niemals die Vorstellung eines zahlenmässigen Grössenurteils auftauchte, dennoch, sobald die etwa 300 Einzelversuche geordnet und für jeden Reiz die Durchschnittszahlen berechnet werden, ausnahmslos die gefundene Punktdistanz sich vergrössert erweist, sobald der Sinnesreiz an Stärke zugenommen hat. Die Tabellen der zweiten Gruppe zeigen, dass, genau wie in der ersten, auch nicht ein einziges Mal ein Rückschritt oder nur ein Stehenbleiben eintritt; die Reihen wachsen mit einer Stetigkeit, welche mir als Versuchsperson bei der Berechnung fast unglaublich schien, da ich mir bewusst war, stets ohne die geringste Ueberlegung rein instinktiv das Distanzenpaar eingestellt zu haben, sobald ich das gebotene Empfindungspaar wahrnahm und somit in den Resultaten ein buntes Durcheinander von Zahlen erwartete. Niemals hätte ich denselben von vornherein zugetraut, dass sie sich so von selber in Reihe und Glied aufstellen würden.

Bei der zweiten Abteilung war, wie gesagt, die linke Punktdistanz 70 mm; dem entsprach auf der linken Scheibe ein Sektor von 40° , in der linken Wagschale 80 g, als erster Schall der Fall einer Kugel von 10 g Gewicht aus einer Höhe von 5 cm. Die Zahlenverhältnisse hier wiederzugeben, ist überflüssig, da hier in ganz ähnlicher Weise, während bei-

spielsweise das Gewicht von 80 bis 600 g wächst, die Punktdistanz von 72 bis 230 mm zunimmt, und während der Sektor von 40° bis 220° grösser wird, nimmt die Punktdistanz von 75 bis 244 mm zu. Die Hauptsache ist, dass auch hier wieder in allen drei Reihen, die sich aus etwa 400 Einzelversuchen zusammensetzen, ohne Ausnahme die Punktdistanz stetig mit der Reizstärke gewachsen ist.

In der dritten Gruppe unserer Versuche galt es, Gewicht, Schall und Licht, die in der ersten Gruppe alle drei mit Armbewegungen und in der zweiten Gruppe alle drei mit Augenmassgrössen verglichen waren, nunmehr untereinander zu vergleichen, mit besonderer Rücksicht darauf, ob zwei Verhältnisse, die etwa demselben Bewegungsverhältnis oder demselben Punktdistanzverhältnis gleich geschätzt waren, nun auch einander ungefähr gleich geschätzt werden. Ich legte die in Tabelle IV, V, VI mitgeteilten Zahlen zu Grunde; es wurden also beispielsweise diejenigen Schall- oder Lichtreizverhältnisse zusammengestellt, welche in jenen Tabellen ungefähr denselben Punktdistanzverhältnissen entsprachen. Ganz genau war das nicht möglich, da, wie die Tabellen beweisen, dazu nicht hinreichendes Material vorhanden war; um bei dem Beispiel Licht—Schall zu bleiben, ergab sich beim Licht das Verhältnis 20° zu 40° gleich 50 mm Punktdistanz zu 67 mm, und dem entsprechend Schall mit Fallhöhe 10 cm zu 15 cm gleich 50 mm Punktdistanz zu 68 mm. Der Unterschied zwischen 67 und 68 mm ist zu klein, als dass da erst eine Umrechnung stattfinden sollte; ich entnahm den Tabellen daher, dass Licht 20° zu 40° und Schall 10 cm zu 15 cm demselben Punktdistanzverhältnis gleich geschätzt wurden; es blieb die Frage, ob nun direkte Versuche, wenn ich Schall mit Licht oder Licht mit Schall verglich, zu demselben Resultat führten. Anders war es aber schon bei der nächsten Stufe; Licht 20° zu 50° entsprach Punktdistanz 50 mm zu 81 mm. In der Schallreihe war aber kein Verhältnis, welches mit Distanz 50 zu 81 mm gleich war; wir hatten vielmehr

Schall 10 cm zu 20 cm gleich Distanz 50 mm zu 74 mm und Schall 10 cm zu 25 cm gleich Distanz 50 mm zu 89 mm. Hier war also eine Umrechnung notwendig und ohne erheblichen Fehler werden wir aus der Tabelle schliessen können, dass Schall 10 cm zu 22 cm einem Distanzverhältnis von 50 zu 81 mm entsprechen würde. Es würde mithin Licht 20° zu 50° und Schall mit Fallhöhe 10 cm zu 22 cm demselben Augenmass-Distanzverhältnis, nämlich 50 zu 81 mm, den Tabellen zufolge gleich zu setzen sein; wieder entsteht die Frage, wie sich dazu direkte Versuche stellen.

Auf diese Weise habe ich erstens für Licht und Schall, zweitens für Gewicht und Schall, drittens für Licht und Gewicht die Gleichsetzungen aus Tabelle IV, V, VI abgeleitet; auf diese Weise entstand Tabelle VII, VIII, IX. Dann wurden jeder dieser gewonnenen Tabellen entsprechend praktische Versuche in beiden Richtungen unternommen also: Licht und Schall (Tabelle X), Schall und Licht (Tabelle XI), Gewicht und Schall (Tabelle XII), Schall und Gewicht (Tabelle XIII), Licht und Gewicht (Tabelle XIV), Gewicht und Licht (Tabelle XV). Es versteht sich von selbst, dass für diese letzten sechs Tabellen nicht so viel Einzelversuche gemacht wurden, wie für die ersten sechs Tabellen, da, wie geschildert, die Versuche, besonders wenn Schall oder Licht das zweite Reizpaar sind, überaus zeitraubend, mühsam und anstrengend sind, ein Einzelversuch vielleicht dreissig und mehr Urteile erfordert, bis die befriedigende Einstellung gewonnen ist. Jede Zahl ist hier somit die Durchschnittszahl aus nur vier bis fünf Versuchen, aber auch hier folgten selbstverständlich die Reize in ganz unregelmässiger Reihenfolge, so dass die Urteile wieder völlig instinktmässig ohne Absicht und Reflexion erfolgen mussten.

Die aus den Tabellen IV bis VI berechneten Gleichschätzungen sind folgende:

Tabelle VII.

Linkes Licht: 20°

Erster Schall: 10 cm

Rechtes Licht	Zweiter Schall
20°	10 cm
40°	15 "
50°	22 "
60°	25 "
80°	30 "
120°	50 "

Tabelle VIII.

Linkes Gewicht: 50 g

Erster Schall: 10 cm

Rechtes Gewicht	Rechter Schall
50 g	10 cm
150 "	15 "
200 "	22 "
250 "	28 "
300 "	40 "
400 "	50 "

Tabelle IX.

Linkes Licht: 20°

Linkes Gewicht: 50 g

Rechtes Licht	Rechtes Gewicht
20°	50 g
30°	75 "
40°	150 "
50°	200 "
70°	250 "
80°	300 "
100°	350 "
120°	400 "

Die entsprechenden direkten Versuche führten nun zu folgenden Resultaten, bei denen die entsprechenden Ergebnisse der Tabellen VII, VIII, IX in Klammern stehen.

Tabelle X.

Linkes Licht: 20°

Erster Schall: 10 cm

Rechtes Licht	Zweiter Schall
20°	15 cm (10)
40°	27 „ (15)
50°	30 „ (22)
60°	37 „ (25)
80°	48 „ (30)
120°	58 „ (50)

Tabelle XI.

Erster Schall: 10 cm

Linkes Licht: 20°

Zweiter Schall	Rechtes Licht
10 cm	27° (20)
15 „	45° (40)
22 „	57° (50)
25 „	68° (60)
30 „	90° (80)
50 „	128° (120)

Tabelle XII.

Linkes Gewicht: 50 g

Erster Schall: 10 cm

Rechtes Gewicht	Zweiter Schall
50 g	11 cm (10)
150 „	20 „ (15)
200 „	28 „ (22)
250 „	35 „ (28)
300 „	42 „ (40)
400 „	50 „ (50)

Tabelle XIII.

Erster Schall: 10 cm

Linkes Gewicht: 50 g

Zweiter Schall	Rechtes Gewicht
10 cm	73 g (50)
15 „	177 „ (150)
22 „	223 „ (200)
28 „	276 „ (250)
40 „	320 „ (300)
50 „	405 „ (400)

Tabelle XIV.

Linkes Licht: 20°

Linkes Gewicht: 50 g

Rechtes Licht	Rechtes Gewicht
20°	52 g (50)
30°	95 „ (75)
40°	170 „ (150)
50°	220 „ (200)
70°	274 „ (250)
80°	335 „ (300)
100°	450 „ (350)
120°	550 „ (400)

Tabelle XV.

Linkes Gewicht: 50 g

Linkes Licht: 20°

Rechtes Gewicht	Rechtes Licht
50 g	26° (20)
75 „	35° (30)
150 „	47° (40)
200 „	54° (50)
250 „	75° (70)
300 „	101° (80)
350 „	112° (100)
400 „	142° (120)

Die letzten sechs Tabellen stimmen nun in zwei That-
sachen vortrefflich überein. Erstens nämlich darin, dass auch
hier wieder ausnahmslos die Durchschnittszahlen stetig wach-
sende Reihen bilden, die, wenn wir uns die Entstehung des
Rohmaterials vergegenwärtigen, auf eine überaus feste Gesetz-
mässigkeit hinweisen. Diese stetige Zunahme ist um so über-
raschender in anbetracht der experimentellen Schwierigkeiten,
welche nicht selten hochgradige Ermüdung herbeiführten und
überdies nur eine verhältnismässig kleine Zahl von Einzel-
versuchen den Durchschnittszahlen zu Grunde legen liessen.
An letzterem Umstand liegt es auch zweifellos, dass hier
mehr als in den ersten Tabellen das Wachstum zuweilen un-
proportional vor sich zu gehen scheint; eine grössere Zahl

von Einzelversuchen hätte hier offenbar manche Verschiedenheit ausgeglichen.

Der zweite, ebenfalls allen Reihen gemeinsam eigentümliche Umstand ist der, dass der relative Unterschied des zweiten Reizpaares regelmässig grösser eingestellt wird, als wie er aus der Vergleichung mit Punktdistanzen berechnet war; mit anderen Worten, der Unterschied des ersten Reizpaares wird regelmässig überschätzt, der Unterschied des zweiten Reizpaares deshalb immer zu gross gemacht. Es scheint, dass dieses Verhalten besonders für relativ kleine Unterschiede gilt, während es bei relativ grossen Unterschieden fast ganz zurücktritt. Noch manche andere Eigentümlichkeit, je nachdem ob das erste Reizpaar momentan einwirkt wie der Schall oder kontinuierlich wie die Lichtscheiben, und ähnliches mehr scheint deutlich aus den Tabellen zu sprechen. Trotzdem erachte ich die vorliegenden Zahlen für numerisch und methodologisch unzureichend, um daraus Schlüsse über bestimmte Einzelverhältnisse zu formulieren; da müssen erst weitere sowohl exaktere als auch zahlreichere Versuche hinzutreten, um genaue Aussagen nicht voreilig erscheinen zu lassen.

Gewissermassen als Anhang zu dieser Versuchsgruppe erwähne ich mit Gewichten sowie mit Schallstärken ausgeführte Versuchsreihen, bei denen beide Reizpaare demselben Sinne angehörten. Sie nähern sich offenbar am meisten den üblichen Versuchen über mittlere Abstufung oder vielmehr die Methode der mittleren Abstufung repräsentiert denjenigen extremen Einzelfall, bei dem der zweite Reiz des ersten Paares und der erste Reiz des zweiten Paares so nahe zusammenrücken, dass sie identisch sind. Es ist klar, dass dieser extreme Fall theoretisch gar keinen Vorzug vor anderen verdient. Es mag genügen, aus dieser Gruppe die Gewichtsversuche mitzuteilen. Die Normalgewichte waren so gewählt, dass die Zahlenverhältnisse unmittelbar anschaulich werden; jeder Reizunterschied kam zehnmal zur Einwirkung.

Tabelle XVI.

Linkes Gewicht des ersten Reizpaares: 30 g
 Linkes Gewicht des zweiten Reizpaares: 300 g

Rechtes Gewicht des	
ersten Reizpaares	zweiten Reizpaares
30 g	296 g
50 "	431 "
75 "	688 "
100 "	871 "
150 "	1223 "
200 "	1704 "

Tabelle XVII.

Linkes Gewicht des ersten Reizpaares: 300 g
 Linkes Gewicht des zweiten Reizpaares: 30 g

Rechtes Gewicht des	
ersten Reizpaares	zweiten Reizpaares
300 g	52 g
500 "	68 "
750 "	108 "
1000 "	141 "
1500 "	237 "
2000 "	339 "

Auch hier sehen wir nun wieder, wie die Durchschnittszahlen in beiden Tabellen sich zu stetigen Reihen ordnen, obgleich die Reize bei den Einzelversuchen völlig durcheinandergewürfelt waren. Dagegen fällt auf den ersten Blick auf, dass die als gleich empfundenen Reizunterschiede keine genauen Proportionen geben. Sind die beiden kleinen Gewichte gegeben und die grossen Gewichte sollen eingestellt werden, so wird der relative Unterschied regelmässig zu klein gemacht; sind die grossen Gewichte gegeben und die kleinen sollen eingestellt werden, so wird der relative Unterschied regelmässig zu gross. Ähnliches ergab sich bei den Schallversuchen; ich teile die betreffenden Reihen nicht mit, weil die Zahl der Einzelversuche wegen der ungewöhnlichen Anstrengung, welche solche Schallversuche erheischen, zu klein blieb, aber die bei den Gewichtsversuchen so klar hervor-

tretende Tendenz war auch hier nicht zu verkennen. Es wäre daraus zu schliessen, dass derselbe relative übermerkliche Reizunterschied bei schwachen Reizen kleiner erscheint als bei starken. Es ist fast unnötig darauf hinzuweisen, wie auch von diesem Punkt aus durch die neue Methode weite Gebiete psychophysischer Experimentaluntersuchung erschlossen werden, Gebiete, deren geduldige Bebauung wahrscheinlich reichere Früchte bringen wird, als auf dem engen Feld des ebenmerklichen Unterschiedes zu hoffen waren. Uebrigens liegt es nahe, bei diesen letzten Versuchen an die räumlichen Vergrösserungen und Verkleinerungen beim Zeichnen und derlei zu erinnern, wie ja auch für die Vergleichen disparater Reizunterschiede es nicht an praktischen Beispielen fehlt; so sei daran erinnert, wie die Programmmusik nicht selten Lichtintensitätsunterschiede, etwa den Blitz an düsterem Himmel, durch akustische Mittel wiedergibt und ähnliches mehr.

Die bisher mitgeteilten Versuche, speziell die der ersten sechs Tabellen legen nun eine andere Frage nahe, deren Beantwortung durch einfache Berechnung gewonnen werden kann. Wir haben in Tabelle I bis III Licht-, Schall- und Gewichtsunterschiede in übereinstimmender Weise mit Armbewegungsunterschieden verglichen, ebenso in Tabelle IV bis VI mit Punktdistanzunterschieden. Es fragt sich nun, wie gross muss durchschnittlich der relative Lichtzuwachs sein, damit er demselben Bewegungszuwachs gleichgeschätzt wird, wie ein bestimmter relativer Schallzuwachs, und dasselbe gilt vom Gewichtszuwachs. Wir wollen zunächst auf Grund der Tabellen I bis III die Antwort berechnen, selbstverständlich von vornherein überzeugt, dass die Zahlen, die wir finden, keinen absoluten Wert haben, sondern nur für die speziellen Versuche gültig sind, bei exakterer Methode und bei anderer Versuchsperson also vielleicht anders ausfallen. Nicht darauf kommt es ja an, sondern lediglich auf die Möglichkeit, solche Frage überhaupt mit einsinniger Bedeutung zu beantworten.

Die Berechnung wird einfach dahin gehen, unter Zugrundelegung der drei ersten Tabellen, zunächst festzustellen, welche drei Reizunterschiede aus den drei Gebieten denselben Reizunterschieden des Armbewegungsgebietes gleich geschätzt wurden. Wir werden dabei natürlich die nicht unmittelbar vorliegenden Glieder aus den beiderseitigen Nachbargliedern berechnen müssen. Beispielsweise wurde Gewicht 50 g zu 150 g gleich Bewegung 20 cm zu 30,8 cm geschätzt und Licht 20° zu 30° gleich Bewegung 20 cm zu 29,8 cm. Der Unterschied zwischen 29,8 cm und 30,8 cm ist zu klein, um eine Umrechnung nötig zu machen, der betreffende Gewicht- und Lichtunterschied entspricht also für die Empfindung etwa demselben Bewegungsunterschied. Dagegen liegt nun kein Schallverhältnis in der Tabelle vor, das ungefähr gleich 20 cm zu 30,8 cm Bewegung geschätzt wurde. Wir haben vielmehr Schall 10 cm zu 15 cm wie Bewegung 20 cm zu 26,8 und Schall 10 cm zu 20 cm wie Bewegung 20 cm zu 32,8 cm; wir können daraus berechnen, dass dem Bewegungsunterschied 20 cm zu 30,8 cm etwa der Schallunterschied 10 cm zu 18 cm entsprechen würde. Wir würden demnach Gewicht 50 g zu 150 g, Schall 10 cm zu 18 cm und Licht 20° zu 30° einander gleich setzen, in dem Sinn, dass eben alle drei Verhältnisse demselben Verhältnis unmittelbar gleich geschätzt wurden. Wir erhalten auf diese Weise folgende Gleichungen:

Tabelle XVIII.

Gewicht		Schall		Licht
50 : 150 g	=	10 : 18 cm	=	20 : 30°
50 : 200 „	=	10 : 23 „	=	20 : 40°
50 : 250 „	=	10 : 30 „	=	20 : 70°
50 : 300 „	=	10 : 35 „	=	20 : 85°
50 : 350 „	=	10 : 38 „	=	20 : 100°
50 : 400 „	=	10 : 50 „	=	20 : 125°

Eine Weiterführung der Tabelle ist nicht möglich, da für den Schall die Reihe nicht weitergeht; für Gewicht und Licht würden noch 50 zu 450 g gleich 20° zu 140° und 50 zu 500 g gleich 20° zu 160° sein. Berechnen wir aus dieser

Tabelle den relativen Reizzuwachs in Prozenten, so ergibt sich, wenn das erste Gewicht 50 g, der erste Schall 10 cm, das erste Licht 20° beträgt, der jedesmal entsprechende Zuwachs:

Gewicht		Schall		Licht
200 %	=	80 %	=	50 %
300 „	=	130 „	=	100 „
400 „	=	200 „	=	250 „
500 „	=	250 „	=	330 „
600 „	=	280 „	=	400 „
700 „	=	400 „	=	530 „
Addiert 2700		1340		1660

Dividieren wir die drei Summen durch die kleinste, durch 1340, so erhalten wir die Zahlen 2,0 — 1,0 — 1,24. Was dieselben bedeuten, kann nicht zweifelhaft sein. Sie besagen, dass unter den vorliegenden Versuchsbedingungen Gewichtszuwachs, Schallzuwachs und Lichtzuwachs dann im allgemeinen gleich erscheinen, wenn sie durchschnittlich in dem Verhältnis 2 zu 1 zu 1,24 stehen.

Es fragt sich, ob dieses Resultat ein zufälliges ist oder, selbstverständlich nur unter den vorliegenden Bedingungen, allgemeineren Wert hat. Wir besitzen eine einfache Kontrolle darin, dass wir genau dieselbe Berechnung, welche Tabelle XVIII aus Tabelle I bis III entnahm, nunmehr auch für Tabelle IV bis VI anstellen. Wir hatten dort Gewicht, Schall und Licht mit Punktdistanzen verglichen; es gilt also, jetzt diejenigen Unterschiede zusammenzustellen, resp. zu berechnen, welche denselben Punktdistanzunterschieden gleich geschätzt wurden. Auf diese Weise erhalten wir folgende, unmittelbar mit Tabelle XVIII vergleichbare

Tabelle XIX.

Gewicht		Schall		Licht
50 : 150 g	=	10 : 15 cm	=	20 : 40°
50 : 200 „	=	10 : 22 „	=	20 : 50°
50 : 250 „	=	10 : 28 „	=	20 : 70°
50 : 300 „	=	10 : 40 „	=	20 : 83°
50 : 350 „	=	10 : 43 „	=	20 : 100°
50 : 400 „	=	10 : 50 „	=	20 : 120°

Die Prozentberechnung des relativen Zuwachses ergibt dann:

Gewicht	Schall	Licht
200 % =	50 % =	100 %
300 „ =	120 „ =	150 „
400 „ =	180 „ =	250 „
500 „ =	300 „ =	320 „
600 „ =	330 „ =	400 „
700 „ =	400 „ =	500 „
Addiert 2700	1380	1720

Dividieren wir wieder durch die kleinste Summe, durch 1380, so erhalten wir die Zahlen 1,95 — 1,0 — 1,24. Vorher hatten wir 2,0 — 1,0 — 1,24 gefunden; sehen wir von dem minimalen Unterschied zwischen 2,0 und 1,95 ab und nehmen dafür die Mitte, so können wir also sagen: 1,97 — 1,0 — 1,24 haben sich übereinstimmend als die gleich geschätzten Zuwachsverhältnisse aus beiden, völlig unabhängig voneinander entstandenen Versuchsgruppen ergeben. Die Möglichkeit, dass diese Zahlen Produkt des Zufalls seien, können wir als kritiklos beiseite lassen, da es im höchsten Grad unwahrscheinlich ist, dass der Zufall beidemal genau dieselben drei Zahlen produzieren sollte. Dass die Geltung dieser Zahlen zunächst nur für die angewandten Reize und die bestimmte Versuchsperson in Betracht kommt und nicht ohne weiteres verallgemeinert werden kann, haben wir von vornherein betont. Mit dieser Beschränkung würden die Ergebnisse mithin besagen, dass der relative Gewichtszuwachs gleich dem relativen Schallzuwachs gleich dem relativen Lichtzuwachs geschätzt wird, wenn sie sich ungefähr wie 1,97 zu 1,0 zu 1,24 verhalten. Ist ein Gewicht von der Stärke a, ein Schall von der Stärke b und Licht von der Stärke c gegeben, so würde mithin im allgemeinen der Unterschied zwischen a und $a + 1,97 \cdot n \cdot a$ gleich dem Unterschied zwischen b und $b + 1,0 \cdot n \cdot b$ gleich dem Unterschied zwischen c und $c + 1,24 \cdot n \cdot c$ geschätzt werden, wobei n eine beliebige ganze Zahl oder ein Bruch sein kann.

Es liegt nun nahe, eine theoretisch interessante Frage aufzuwerfen: dürfen wir diese Zahlen, die an übermerklichen Unterschieden gewonnen sind, auch auf die eben merklichen Unterschiede übertragen? Gelten die obigen Gleichungen also auch dann, wenn wir für n einen so kleinen Bruch wählen, dass $a + 1,97 n \cdot a$ von a nur eben merklich unterschieden ist? Können wir also annehmen, dass dann bei diesem selben kleinen Wert von n auch b und $b + 1,0 n \cdot b$ und ebenso c und $c + 1,24 n \cdot c$ nur eben merklich verschieden sind? Es lag nahe, diese Frage durch direkte Experimente zu beantworten. Wir stellten also Versuche an, wie gross unter den gegebenen Versuchsbedingungen der eben merkliche Unterschied sei, und zwar nach der Methode der minimalen Aenderungen. Es ergab sich, dass ich in frischem Zustand bei 50 g einen Zuwachs von 8 bis 12 g, also durchschnittlich 10 g bemerkte, beim Schall mit der Fallhöhe 10 cm einen Zuwachs von 0,5 bis 1,5 cm, also durchschnittlich 1,0 cm wahrnahm, und beim Licht mit dem weissen Sektor 20° der eben merkliche Unterschied 2 bis 3° betrug, also durchschnittlich $2,5^\circ$. In Prozentwerten beträgt der eben merkliche Reizzuwachs mithin für Gewicht 20 %, für Schall 10 %, für Licht 12,5 %. Das wechselseitige Verhältnis ist mithin auch hier $2,0 - 1,0 - 1,25$, dasselbe, das wir auf zwei verschiedenen Wegen für die gleich geschätzten relativen Zuwachsgrössen bei übermerklichen Unterschieden gefunden haben.

Selbstverständlich hat jene Prüfung des eben merklichen Unterschiedes keinen absoluten Wert; war doch besonders das Schwarz der Lichtscheiben, wie erwähnt, so unzureichend, dass sich nur daraus die hohe Unterschiedsschwelle erklären lässt. Dasselbe galt aber auch für die anderen Reihen, so dass die Versuchsergebnisse untereinander sehr wohl vergleichbar sind und die Genauigkeit ihrer Uebereinstimmung geradezu als überraschend bezeichnet werden darf. Sie lehrt uns direkt, dass dieselben Verhältniszahlen, welche für die

gleich geschätzten übermerklichen Unterschiede massgebend sind, auch den eben merklichen zukommen. Wir könnten, wenn wir in obiger dreigliederiger Gleichung den Wert von n für den eben merklichen Unterschied auf einem Sinnesgebiet experimentell festgestellt haben, dasselbe n mithin ohne weiteres in die beiden anderen Glieder einsetzen, um auch für die beiden anderen Sinne den eben merklichen Unterschied zu erhalten. Selbstverständlich können wir aber die Gleichung auch noch auf andere Sinne ausdehnen und werden immer wieder den einmal gefundenen n -Wert einsetzen können; kurz, unsere neue Methode erlaubt uns, auf Grund von Versuchen mit übermerklichen grossen Unterschieden den eben merklichen Unterschied für jeden beliebigen Sinn theoretisch zu berechnen.

Es wird die Aufgabe weiterer genauerer Untersuchungen bleiben, die mannigfachen neuen Probleme, die sich aus unseren Versuchen ergaben, nach exakten Methoden eingehend zu prüfen; für mich galt es zunächst nur, allgemeine Orientierung zu gewinnen, unbekümmert, ob die einzelnen Zahlen nicht späterhin berichtigt werden müssen: ein Entdeckungstreifzug in ein bisher unbekanntes Land, keine Forschungsreise auf gebahnten Wegen.

III.

Vergegenwärtigen wir uns noch einmal die Erwägungen, aus denen die dargestellten Versuchsreihen hervorgingen. Wir hatten theoretische Schwierigkeiten im Begriff der Empfindungsmessung konstatiert. Wir hatten gesehen, dass von einer Messung der Empfindungsintensitäten in der Art, als wäre die schwache Empfindung so und so oft in der starken enthalten, gar nicht die Rede sein kann, dass vielmehr zwei Empfindungen von verschiedener Intensität zwei völlig heterogene Bewusstseinsinhalte sind, von denen wir zunächst nur aussagen können, ob sie gleich oder nicht gleich sind. Nun

fragte es sich, ob nicht trotzdem eine Messung der Empfindungsstärken und Stärkenunterschiede möglich sei; es galt zu dem Zweck festzustellen, was überhaupt Messen sei. Es ergab sich, dass alle gewöhnlichen Messungen auf Raum-, Zeit und Gewichtsmessung zurückführbar waren, und dass diese drei Messungen völlig Funktion des Muskelsinnes sind. Die schwächere Muskelempfindung war in der stärkeren in der That so und so oft enthalten, da es sich hier nur um einen zeitlichen und räumlichen Unterschied der gleichbleibenden Empfindung handelt. Es lag also nahe zu fragen, ob nicht vielleicht auch die Intensitätsmessung in letzter Linie auf Aussagen des Muskelsinns beruht.

In der That zeigte eine nähere Betrachtung, dass aus biologischen Gründen notwendig jeder Reiz reflektorisch Muskelspannungen auslöst, deren Stärke von der Stärke des Reizes abhängt. Jede Reizänderung ruft demnach eine Spannungsänderung hervor und diese tritt als Spannungsempfindung ins Bewusstsein. Diese Spannungsempfindungen nun sind die Grundlagen der Empfindungsmessung; wir nennen einen Empfindungsunterschied gleich einem anderen, wenn in beiden Fällen gleiche Spannungsänderungen vorliegen. Wir sahen, dass selbst da, wo nicht die Intensitäten verschieden sind, sondern die Qualitäten, wie in der Tonreihe, dennoch überall, sobald Distanzvergleichen zwischen verschiedenen Bewusstseinsinhalten vorkommen, die Spannungsempfindungen den einzigen Massstab liefern. Ein weiterer Ausblick zeigte uns überdies eine ganze Reihe von Thatsachen, welche mit der üblichen Auffassung des Empfindungsunterschiedes unvereinbar sind, welche dagegen leicht verständlich sind bei der Annahme, dass nicht die Empfindungsunterschiede selbst, sondern die Empfindungen der reflektorischen Spannungsänderungen für die Empfindungsmessung entscheidend sind.

Da erhob sich aber ein ernstes Bedenken: zwei gleiche Spannungsänderungen könnten ja auch bei zwei Reizpaaren aus ganz verschiedenen Sinnesgebieten eintreten, und dennoch

fällt es niemandem ein, Unterschiedsvergleichungen, wie sie für einen speziellen Fall innerhalb eines Sinnes durch die Methode der mittleren Abstufungen eingeführt sind, auf Reizpaare verschiedener Sinne auszudehnen. Ist es unmöglich, etwa einen Schallstärkeunterschied mit einem Lichtstärkeunterschied zu vergleichen, so kann die Spannungstheorie nicht richtig sein; sollte dagegen solche Vergleichung bisher nur deshalb nicht ausgeführt sein, weil sie nie versucht wurde, sollte sie sich als exakt und gesetzmässig herausstellen, so ist ein Zweifel an der Spannungstheorie im allgemeinen nicht mehr möglich.

Hier setzten unsere Versuche ein und sie haben die Berechtigung der Fragestellung in überraschender Weise dargelegt. Sie haben gezeigt, wie solche Vergleichung unter den verschiedensten Sinnen in völlig gesetzmässiger Weise abläuft, wie die Reihen der Ergebnisse nirgends Sprünge, nirgends Schwankungen aufweisen, sondern auf den verschiedensten Wegen immer wieder zu denselben Endresultaten führen; es kann sich künftig nicht mehr darum handeln, ob eine Vergleichung von Reizunterschieden disparater Sinne überhaupt möglich ist, sondern nur darum, ob genauere Spezialuntersuchungen über solche Vergleichung die vorläufig gewonnenen Zahlenergebnisse verändern werden.

Wir haben die neue Methode nach einigen Richtungen schon verwertet; am interessantesten war die Feststellung, dass sich aus übermerklichen Unterschieden der eben merkbaren berechnen lässt. Aber auch anderes zogen wir in Betracht: die Ueberschätzung der Unterschiede bei starken Reizen, die Zonen günstigster Unterschiedsauffassung, vor allem die Verhältniszahlen, in denen die relativen Reizwüchse in den verschiedenen Sinnesgebieten zu einander stehen müssen, um als gleich geschätzt zu werden. Auf andere Probleme konnten wir vorläufig nur flüchtigen Ausblick gewinnen; ist doch kein Zweifel, dass manches Problem sich mit unserer Methode lösen lässt, das theoretisch unlösbar er-

schien. Es sei in diesem Sinne an die Betrachtung erinnert, mit der G. E. Müller seine treffliche Grundlegung der Psychophysik beginnt. Er führt aus, dass die Unterschiedsempfindlichkeit die Fähigkeit ist, vermöge welcher der Unterschied zweier gegebener Reizgrößen uns in höherem oder geringerem Grade merklich werden kann. „Von vornherein scheinen sich uns daher zur Gewinnung eines Masses der Unterschiedsempfindlichkeit zwei Wege darzubieten, nämlich dieselbe entweder den Graden der Merklichkeit proportional zu setzen, welche ein und derselbe Reizunterschied unter den betreffenden verschiedenen Versuchsumständen besitzt oder den Größen derjenigen Reizdifferenzen reziprok zu nehmen, welche bei den verschiedenen Versuchsbedingungen einen und denselben Grad der Merklichkeit erreichen.“ Müller fährt nun fort: „Der erstere Weg ist uns jedoch thatsächlich verschlossen, da wir die Grade der verschiedenen Merklichkeiten, welche ein gegebener Reizunterschied unter wechselnden Versuchsumständen für uns besitzt, durch bestimmte Zahlenverhältnisse nicht auszudrücken vermögen, also z. B. ohne Willkür nicht sagen können, dass uns der Unterschied zweier gegebenen Gewichte in diesem Falle genau noch einmal so merklich sei, als in jenem Falle¹⁾.“ Was auf dem Boden der bisherigen Psychophysik in der That unlösbar war, ist auf der neuen Grundlage, die wir durch die systematische Vergleichung von Reizunterschieden disparater Sinnesgebiete gewonnen haben, eine leicht lösbare Aufgabe. Vergleichen wir den Unterschied der zwei gegebenen Gewichte beispielsweise mit dem Unterschied zweier Schallstärken und stellen den nötigen Schallstärkenzuwachs fest, der dem Gewichtszuwachs gleich erscheint, und wiederholen dasselbe, nachdem wir durch Heben sehr schwerer Gewichte uns ermüdet und die Unterschiedsempfindlichkeit für Gewichte abgestumpft haben, so wird der jetzt nötige Schallstärkenzuwachs bei

¹⁾ G. E. Müller, Zur Grundlegung der Psychophysik. S. 1.

gleichem Gewichtszuwachs um so und so viel kleiner sein; ist der Schallzuwachs noch einmal so klein, so hat die Unterschiedsempfindlichkeit für Gewichte um die Hälfte abgenommen. Dass der eben merkliche Unterschied dann doppelt so gross sein muss, ergibt sich daraus dann als eine der vielen speziellen Folgen.

Es ist hier nicht der Platz zu erörtern, was zukünftige Untersuchungen auf dieser neuen Grundlage aufbauen können; das, was uns übrig bleibt, ist vielmehr die Erwägung, was sich aus alledem für die Beurteilung der bisher bekannten älteren Thatsachen ergibt, speziell, wie das Fechnersche psychophysische Grundgesetz, seine Bestätigungen, seine Abweichungen, seine Konsequenzen aufzufassen sind.

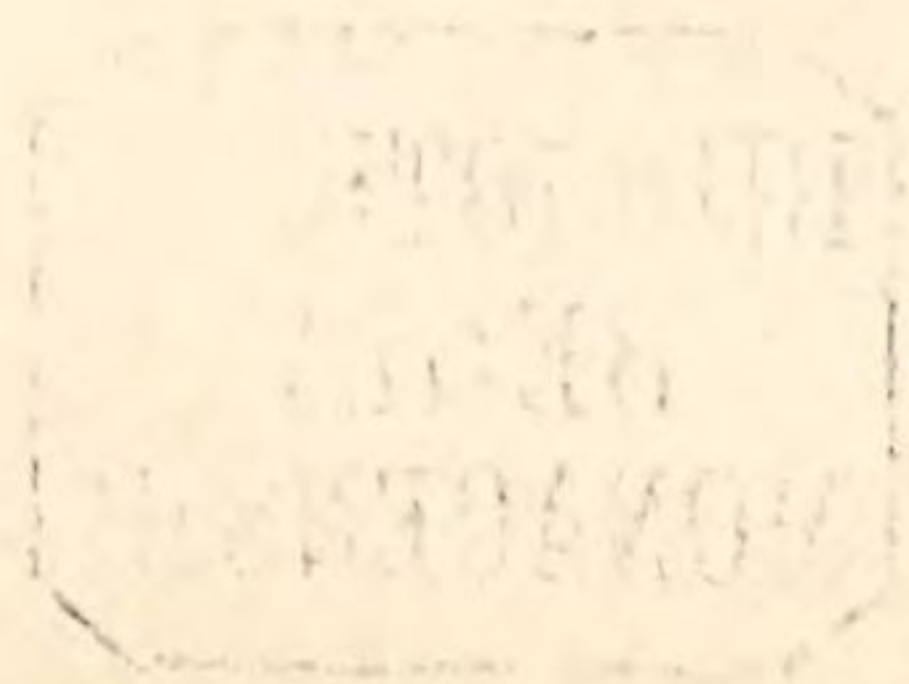
Das psychophysische Gesetz sagt in der Wundtschen Formulierung aus: ein Unterschied je zweier Reize wird gleich gross geschätzt, wenn das Verhältnis der Reize unverändert bleibt. Es ist klar, dass für die Bestätigung oder Bekämpfung des Gesetzes aus unseren Versuchen unmittelbar nur diejenige Gruppe in Frage kommt, welche durch Tabelle XVI und XVII repräsentiert war. Nur dort waren für Gewichte und für Schallstärken wirklich Reizpaare von gleichem Reizverhältnis innerhalb desselben Sinnesgebietes verglichen. Wir fanden da keine unbedingte Bestätigung des Gesetzes, aber doch eine approximative; entgegen wirkte ein anderes Gesetz, welches die übermerklichen Unterschiede bei starken Reizen grösser erscheinen liess, als bei schwachen, ein Gesetz, das ältere Versuchsreihen nicht beeinflussen konnte, weil dieselben sich auf die Untersuchung der eben merklichen Unterschiede beschränkten oder beim Vergleich übermerklicher Unterschiede nur benachbarte Distanzen verglichen, denen ein Reiz gemeinsam war. Erst bei der direkten Vergleichen weit abliegender Distanzen konnten die beobachteten Erscheinungen, die übrigens genaue Weiterverfolgung verlangen, sich bei den Durchschnittsergebnissen geltend machen. Im allgemeinen

aber, wie gesagt, sprechen auch jene Tabellen für die Gültigkeit des Weberschen Gesetzes.

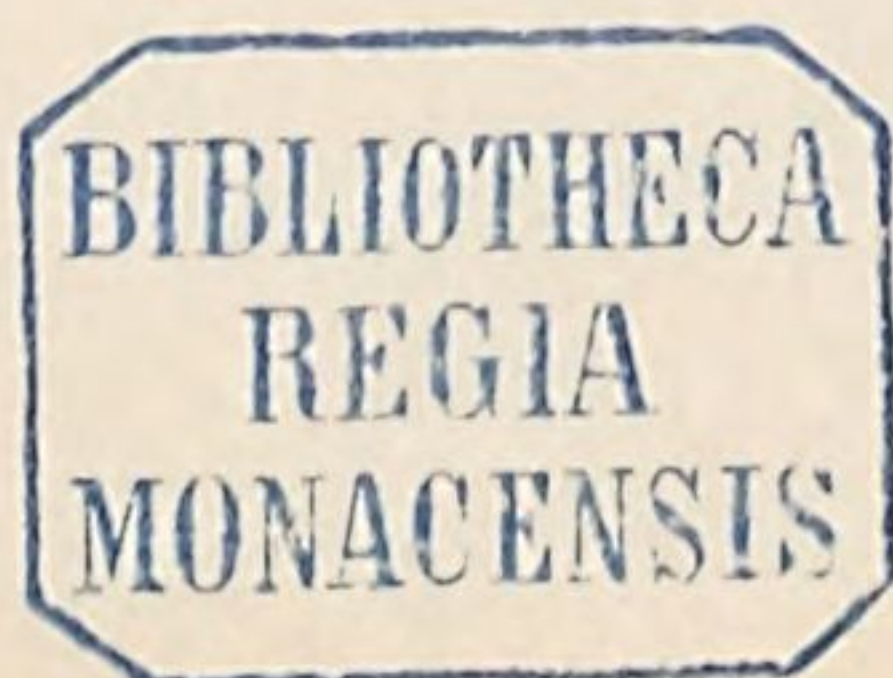
Unsere übrigen Versuche kommen für dasselbe zunächst nicht in Betracht, da die Veränderungen der Reizpaare auf einem Sinnesgebiet stets derart waren, dass der zweite Reiz verändert wurde, während der erste konstant blieb, das Verhältnis der Reize also bei jedem Versuche wechselte, und andererseits als selbstverständliche Voraussetzung des Weberschen Gesetzes gemeint ist, dass die Reizpaare nicht verschiedenen Sinnessphären angehören.

Denkbar wäre natürlich, dass das Webersche Gesetz auch für alle Sinne untereinander Geltung hätte, dass also der Unterschied eines Lichtpaares, dessen Reize sich wie 1 zu 3 verhalten, nicht nur dem Unterschied jedes anderen Lichtpaares gleich geschätzt wird, dessen Reize im selben Verhältnis stehen, sondern auch dem Unterschied eines Schall- oder Geruch- oder Temperatur- oder Gewichtpaares, wofern die Reize sich wie 1 zu 3 verhalten. Würde das Webersche Gesetz bei dieser ungeheuer erweiterten Deutung sich ebenfalls bewähren, so wäre es nicht einmal nötig, die obige Formulierung zu verändern; die alten Worte erhielten dann nur einen neuen Sinn, der ihnen früher nicht beigelegt wurde, weil stillschweigend der Zusatz „Reize derselben Qualität“ gemacht wurde, ein Zusatz, der nur deshalb wegblieb, weil die Vergleichen von Reizunterschieden verschiedener Qualitäten unmöglich schien.

Nun haben unsere Versuche aber bewiesen, dass nicht nur solche Vergleiche möglich sind, sondern dass auf Grund derselben die Gültigkeit des Weberschen Gesetzes in diesem erweiterten Sinn durchaus bestritten werden muss. Wir haben gesehen, dass, wenn in disparaten Sinnesgebieten das Verhältnis der Reize dasselbe ist, dass dann ihr Unterschied durchaus nicht, auch nicht einmal annähernd gleich gross geschätzt wird. Wir sahen, dass beispielsweise, wenn zwei Gewichtsreize sich wie



1 zu 3 verhalten, ihr Unterschied gleich dem Unterschied zweier Schallreize geschätzt wird, wenn diese sich durchschnittlich wie 1 zu 2 verhalten, so dass der relative Zuwachs beim Gewicht noch einmal so gross sein muss, als beim Schall, wenn beiden gleiche Unterschiedsempfindung entsprechen soll. Das Webersche Gesetz gilt also lediglich für Reizpaare desselben Sinnesgebietes; darüber hinaus gilt es in keiner Weise, eine Behauptung, welche heute selbstverständlich mit derjenigen Reserve ausgesprochen werden muss, die aus der begrenzten Zahl unserer Versuchsreihen resultiert. Wir haben ja gesehen, dass die gleich geschätzten Reizunterschiede für Schall und Licht relativen Reizzuwüchsen entsprechen, welche nicht sehr erheblich differieren, 1,0 und 1,24. Es wäre also möglich, dass die betreffenden Zahlen für zwei noch nicht von uns verglichene Sinne vielleicht identisch wären; für jene zwei Sinne würde das Webersche Gesetz dann natürlich Geltung haben. Ebenso wäre es nicht unmöglich, dass bei sehr starken oder sehr schwachen Reizen die Ergebnisse sich etwas anders gestalten würden, als bei den von uns untersuchten mittleren Stärkelagen. Das eine aber steht fest, dass die bisherigen Versuche entschieden die allgemeine Gültigkeit des psychophysischen Gesetzes widerlegen, dass sie die Geltung desselben lediglich auf Reize von gleicher Qualität einschränken, und dass, nachdem die Unterschiedsvergleichbarkeit disparater Reizpaare bewiesen ist, das Webersche Gesetz ausdrücklich dahin formuliert werden muss: ein Unterschied je zweier Reize wird gleich gross geschätzt, wenn das Verhältniss der Reize unverändert bleibt und alle vier Reize demselben Sinnesgebiet angehören; gehören die beiden Reizpaare verschiedenen Sinnesgebieten an, so müssen die relativen Reizzuwüchse, um gleich gross geschätzt zu werden, in einem bestimmten Zahlenverhältniss stehen, das für je zwei Sinnesgebiete verschieden ist; für Gewicht, Schall und Licht ist es 2 zu 1 zu 1,24.



Auch bei dieser Fassung ist vorausgesetzt, dass wenigstens die beiden Reize je eines Reizpaares stets demselben Sinnesgebiet angehören; es muss weiteren Versuchen vorbehalten bleiben, zu prüfen, ob diese Beschränkung innerlich bedingt ist. Soweit tastende Vorversuche mich orientierten, schien es mir möglich, den Unterschied zwischen schwachem Schall und starkem Gewicht so einzustellen, dass er gleich dem Unterschied zwischen schwachem Gewicht und starkem Schall geschätzt wird. Weiter gehen meine Versuche nicht, und auch in dieser Grenze reichen sie nicht aus, um gesetzmässigen Zusammenhang festzustellen. Möglich wäre es nun aber auch, dass wir den Unterschied zwischen schwachem Schall und starkem Gewicht unmittelbar etwa mit dem Unterschied zwischen schwachem Temperatur- und starkem Lichtreiz vergleichen können oder irgend eine ähnliche Kombination.

So widersinnig derlei auf den ersten Blick scheint, so verständlich wird es, wenn wir uns daran erinnern, dass eine gewisse qualitative Aenderung auch bei den bisher üblichen psychophysischen Versuchen mit hineinspielte, ohne dass darin eine Fehlerquelle gesehen wurde. So sagt Grotenfelt¹⁾, der sich auf Lotze, Volkmann u. a. berufen kann, mit Recht, dass wir graue Flächen von verschiedener Helligkeit durchaus nicht als Empfindungen derselben Qualität, nur ihrer Intensität nach verschieden, auffassen. Ebenso ist es sehr fraglich, ob die Empfindung eines stärkeren Druckes wirklich dieselbe nur verstärkte Empfindung ist, wie die eines kleinen; ob der Geschmack einer konzentrierten Säure wirklich derselbe Geschmack ist, wie der einer verdünnten. Sehr möglich ist es, dass dasselbe auch für Geruch- und Temperaturempfindungen gilt und Grotenfelt meint daher, wir könnten durchaus nicht den Gedanken ausschliessen, „dass vielleicht auf allen Sinnesgebieten bei wechselnder Intensität und unveränderter Qualität

¹⁾ Grotenfelt, Das Webersche Gesetz u. d. psych. Relativität. S. 42 f.

der Reize, solche Veränderungen der Qualität der Empfindung mitlaufen“. Der einzige Sinn, für welchen die Möglichkeit einer Intensitätsänderung ohne jede Qualitätsänderung allgemein angenommen wird, ist der Gehörsinn; aber dass gerade bei diesem die Intensitätsvergleiche auch bei etwas verschiedener Qualität möglich sei, wurde nie ernstlich bestritten. So bemerkt der beste Kenner der Tonpsychologie, Stumpf, dass nicht einzusehen ist, warum eine geringe Verschiedenheit der Qualität ein unübersteigliches Hindernis für die Vergleichung der Stärke sein sollte. „Den gleich starken Anschlag desselben *c* zweimal nacheinander sollten wir konstatieren können, den von *c* und *cis* nicht? Das Bewusstsein ist hierüber auch ganz entschieden¹⁾.“

So ist denn thatsächlich zwischen den gewöhnlich verwerteten Reizpaaren und denen, welche zwei ganz verschiedene Qualitäten zusammenfassen, eigentlich kein prinzipieller Unterschied; qualitative Verschiedenheiten sind hier wie dort, der Unterschied bezieht sich nur auf den Grad der Verschiedenheit, es steht also von vornherein nichts der Annahme entgegen, dass den Versuchen hier eine unbegrenzte Mannigfaltigkeit von Reizkombinationen offen steht. Uebrigens möchte ich nicht versäumen, ausdrücklich darauf hinzuweisen, dass die qualitative Reizverschiedenheit, welche wir hier als Begleiterscheinung der Intensitätsänderung konstatierten, selbstverständlich nichts mit unserer einleitenden Betrachtung zu thun hat, derzufolge jede Intensitätsverschiedenheit im letzten Grund auch qualitative Verschiedenheit ist. Jene allgemeine Erörterung, welche die gesamte Fülle der Bewusstseinsinhalte überblickte, musste alles das qualitativ verschieden nennen, was nicht identisch war. Hier in der speziellen Frage verwerten wir dagegen naturgemäss jene Hilfsbegriffe, die zwecks systematischer Klassifikation entstanden; hier hat der Begriff der qualitativen Verschiedenheit schon vorher seine bestimmte

¹⁾ Stumpf, Tonpsychologie. Bd. I. S. 348.

Prägung im Gegensatz zur intensiven Verschiedenheit erhalten. Dort konnten wir daher zu dem Ergebnis kommen, dass zwischen intensiver und qualitativer Empfindungsänderung zunächst gar kein Unterschied besteht, alle Intensitätsänderung auch nur qualitativ sei, und hier können wir, ohne die alte Position aufzugeben, die andere Thatsache hervorheben, dass die meisten Intensitätsänderungen auch von gewissen Qualitätsänderungen begleitet seien. Das eine hat nichts mit dem anderen zu thun.

Lassen wir nun aber einmal das Thema der Reizunterschiede bei disparaten Qualitäten und die Frage nach der Ausdehnung des Weberschen Gesetzes auf diese Gebiete ganz beiseite. Was bedeutet uns, nach den gewonnenen Erfahrungen, das Webersche Gesetz in seinem angestammten Geltungsgebiete? Welcher Sinn muss auf dem Boden derjenigen Theorie, die alle Empfindungsunterschiede nur vermöge der muskulären Spannungsänderungen messen zu können glaubt, nun das Gesetz gewinnen, das von vier Reizen desselben Sinnesgebietes aussagt, der Unterschied je zweier Reize würde gleich gross geschätzt, sobald jedes Reizpaar in demselben Verhältnis steht.

Die Spannungstheorie gibt noch keine Erklärung, sondern überträgt das Gesetz lediglich in ihre eigene Sprache, wenn sie statt dessen sagt: je zwei Reize rufen dieselbe Änderung der reflektorisch erregten Muskelspannung und dadurch dieselbe, als Mass des Empfindungsunterschiedes benutzte, Spannungsempfindung hervor, wenn das Verhältnis der Reize unverändert bleibt. Wie gesagt, das ist noch keine Erklärung, sondern nur eine neue Fassung, die nach dem Vorgegangenen selbstverständlich und ohne weiteres einleuchtend ist. Sie enthält aber insofern auch einen Fingerzeig für die Erklärung, als sie die ursächlichen Momente aus den rein sensorischen Gebieten in die Sphäre des Muskelmechanismus hinüberschiebt und auf die Möglichkeit hinweist, dass im physiologischen Verhalten

des Muskelapparates die Bedingungen des Gesetzes zu suchen sind.

Der nächstliegende Gedanke ist dabei natürlich die Erinnerung an Preyers „myophysisches Gesetz“ ¹⁾. Preyer hatte, gestützt teils auf eigene, teils auf Volkmanns ältere Versuche mit elektrischer Reizung an ausgeschnittenen Froschmuskeln, zwischen der Stärke des auf den motorischen Nerven wirkenden Reizes und der vom Muskel geleisteten Arbeit dieselbe Beziehung feststellen wollen, welche Fechner zwischen Sinnesreiz und Empfindung oder, wie Preyer es streng physiologisch auffasst, zwischen Sinnesreiz und Ganglienzellenerregung festgestellt hat. Hier wie dort bestand eine Reizschwelle, da auch der motorische Reiz eine gewisse Stärke erreicht haben muss, um motorische Effekte hervorzubringen; hier wie dort gab es eine Reizhöhe, da auch der elektrische Nervenreiz bei gewisser Stärke die maximale Arbeitsleistung hervorruft, so dass ein weiteres Anwachsen des Reizes keine Veränderung am Muskel erzeugt, und hier wie dort schien nun aus den Versuchen für die Zone zwischen Reizschwelle und Reizhöhe ein logarithmisches Beziehungsgesetz abgeleitet werden zu können.

So wie Fechner annimmt, dass der Empfindungsunterschied gleich ist, wenn der relative Reizunterschied gleich bleibt, so behauptet Preyer, dass der Hubhöhenunterschied des Muskels gleich ist, wenn der relative Unterschied der motorischen Reize derselbe bleibt. Ist H die Hubhöhe eines Muskels von bestimmter Länge, q die absolute Reizgrösse und k eine Konstante, so soll die Differentialgleichung $dH = k \frac{dq}{q}$ richtig sein. Preyer bezeichnet als Gegenstück zum psychophysischen Gesetz diese Abhängigkeit als myophysisches Gesetz und wie er die Bedingung des ersteren darin sucht, dass die Erregung

¹⁾ Preyer, Myophysische Untersuchungen. In Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. V. S. 294 ff. u. S. 483 ff. Bd. VI. S. 237 ff. u. S. 567 ff. Das myophysische Gesetz 1874.

des sensiblen Nerven sich nicht völlig in Ganglienzellenerregung umsetzt, sondern einen wachsenden Widerstand überwinden muss, so erklärt er das letztere durch die Zunahme des Widerstandes, der bei wachsender Kontraktion von der motorischen Erregung überwunden werden muss, sobald die Nerventhätigkeit auf die Muskelfasern übergreift.

Es ist einleuchtend, dass der Preyersche Satz, wenn er unbestreitbar wäre, in dem Gefüge unserer vorangehenden Betrachtungen eine Bedeutung erhielte, die weit über die Anschauungen Preyers hinausträgt. Für Preyer war zwischen dem psychophysischen und dem myophysischen Gesetz lediglich ein formaler Zusammenhang; zwei voneinander völlig unabhängige Thattsachenkomplexe liessen sich auf denselben mathematischen Ausdruck bringen. Für uns würde sich dagegen dieser äusserliche Zusammenhang in einen innerlichen verwandeln; der psychophysische Thattsachencomplex wäre von dem myophysischen kausal abhängig, und nur weil die myophysischen Erscheinungen sich in jenem mathematischen Ausdruck wiedergeben lassen, nur deshalb gilt er auch für die psychophysischen Phänomene. Wir hatten ja erkannt, dass der Empfindungsunterschied zwischen je zwei Reizen nur dann gleich erscheint, wenn die Aenderung der reflektorisch ausgelösten Muskelspannungen gleich ist; nun soll nach Preyer die Aenderung der Muskelspannung dann gleich sein, wenn der Reizzuwachs in demselben Verhältnis zum vorhandenen Reize steht. Gleicher Empfindungsunterschied ist mithin dann vorhanden, wenn die motorischen Reize in demselben Verhältnis stehen, und wenn wir annehmen, dass der reflektorisch ausgelöste centrifugale Reiz proportional dem auslösenden centripetalen Reize wächst, so muss mithin der Empfindungsunterschied dann gleich erscheinen, sobald die Sinnesreize in demselben Verhältnis gegeben sind. Kurz, das psychophysische Gesetz wäre eine notwendige Folge des myophysischen Gesetzes.

Wir durften die Preyerschen Ergebnisse nicht unerwähnt

lassen, weil mit ihrer Hilfe sich das gesamte Problem so überaus einfach lösen zu lassen scheint; wir dürfen uns aber nicht verhehlen, dass dieser Weg, so schnell er auch zum Ziele zu führen scheint, uns thatsächlich verschlossen ist. Bernstein ¹⁾, Luchsinger ²⁾ u. a. haben in überzeugender Weise sowohl mathematische wie physiologische Fehler in Preyers Ableitung nachgewiesen, vor allem aber kann die Beobachtung am ausgeschnittenen Nervmuskelpräparat uns für den normalen Vorgang durchaus nicht massgebend sein, sobald wir uns vergegenwärtigen, welche Faktoren für die Grösse der Muskelarbeit bestimmend sind. Ganz abgesehen davon, dass es sich um ein absterbendes, nicht mehr von Ernährungsflüssigkeit durchströmtes Gewebe handelt, bietet der Versuch am Präparat doch nur denjenigen Teil des normalen Vorgangs, der bei Wegfall der centripetalen Muskelgegenwirkung übrig bliebe, während zweifellos diese Gegenwirkung am lebenden Organismus von grösster Bedeutung ist.

Jede Muskelkontraktion wirkt zunächst direkt auf centripetale Nervenbahnen, meistens aber auch noch indirekt, insofern die Antagonisten gedehnt oder, wenn nur Spannung, keine Verkürzung eintreten soll, die Antagonisten in Gegenspannung gebracht werden. Der Vorgang an dem gereizten Muskel, sowie der in den Antagonisten repräsentiert somit einen Reizkomplex, der auf das Centralnervensystem wirkt und jede Muskelarbeit begleitet. Die psychophysische Wirkung dieses im Muskel entstehenden Reizes wird eine mannigfaltige sein; uns interessiert nur die eine, seine Hemmungswirkung. Je stärker der Muskel gespannt und der Antagonist gedehnt ist, desto mehr wird durch den sekundären centripetalen Reiz das Anwachsen des primären motorischen Reizes gehemmt werden. So wie bei anhaltender Kontraktion der chemische

¹⁾ Bernstein, In Pflügers Arch. f. d. ges. Phys. Bd. IV. S. 403 ff. Bd. VII. S. 90 ff.

²⁾ Luchsinger, In Pflügers Arch. Bd. VI. S. 395 ff. S. 642 ff. Bd. VIII. S. 538 ff.

Ermüdungsreiz dem motorischen Impulse entgegenwirkt und, allmählich wachsend, mit seiner entspannenden Tendenz schliesslich den primären Kontraktionsreiz überwindet, so muss auch mit zunehmender Kontraktion der direkte und indirekte mechanische Reiz in steigendem Masse auf den centralen motorischen Impuls hemmend einwirken. Es ist klar, dass am ausgeschnittenen Froschmuskel diese centripetalen Bahnen ausgeschaltet sind, da ihnen die centrale Verbindung mit dem motorischen Nerven fehlt; die reflektorisch hemmenden Faktoren fehlen also bei dem Versuch am Präparat, und wenn von Preyers Gegnern darauf hingewiesen wird, dass die Versuche eher für Proportionalität zwischen motorischem Nervenreiz und Muskelarbeit sprechen, so werden wir mithin auch in diesem Ergebnis keinen Ausdruck der natürlichen Verhältnisse, sondern nur die Beschreibung eines einzigen Faktors suchen müssen, neben dem die hemmenden Einflüsse nicht vernachlässigt werden dürfen.

Halten wir aber an der Annahme fest, dass die Muskelarbeit, wenn keine hemmenden Einflüsse entgegenwirken würden, dem motorischen Reiz proportional ist, die Kontraktionszunahme also dem Reizzuwachs direkt proportional gesetzt werden kann und fügen die ebenso naheliegende einfachste Annahme hinzu, dass jene centripetalen Einwirkungen eine Hemmung auf das Centralorgan ausüben, welche direkt proportional der schon vorhandenen motorischen Erregung ist, so wären alle Bedingungen gegeben, um bei relativ gleichem Reizzuwachs absolut gleichen Arbeitszuwachs im Muskel zu erzeugen. Ist nämlich bei dem neuen Reizzuwachs die Hemmung direkt proportional der vorhandenen motorischen Erregung, so muss offenbar der Arbeitszuwachs der vorhandenen Erregung umgekehrt proportional sein; es ist mithin der Arbeitszuwachs direkt proportional dem Reizzuwachs und umgekehrt proportional dem vorhandenen Reiz. Die Spannungsänderung ist dann die gleiche, wenn der Reizzuwachs zum Reiz in demselben Verhältnis steht.

Es wäre voreilig zu behaupten, dass die betreffenden Faktoren sich wirklich genau so verhalten; das vorliegende physiologische Material ist zu einer solchen Feststellung noch nicht hinreichend, und auch die Untersuchungen an pathologischen Fällen, wo die centripetalen hemmenden Einwirkungen wegfielen, sind wegen der hier hineinspielenden Erfahrung und Uebung nicht ohne weiteres benutzbar. Es wäre also möglich, dass die Arbeit dem Reiz nicht direkt proportional ist, und dass ebenso die Hemmung zu der vorhandenen Erregung in einem komplizierteren Verhältnis steht. Gezeigt werden sollte nur, wie schon die denkbar einfachsten Annahmen zu der Folgerung führen, dass bei gleichem Reizverhältnis gleiche Muskelspannungsänderung eintritt und somit die Bedingung für das psychophysische Gesetz erfüllt wäre.

Selbstverständlich würden mancherlei andere Annahmen zu demselben Schluss führen. Wir hatten beispielsweise vorläufig immer angenommen, dass der centrifugale Reiz zur reflektorischen Muskelspannung proportional dem centripetal geführten, den Reflex auslösenden Sinnesreiz ist. Es könnte ja aber sehr wohl gerade auf dieser Reflexbahn mit wachsender Reizstärke ein wachsender Bruchteil der Energie verloren gehen und somit ein gleicher motorischer Reizunterschied vorliegen, wenn die sensiblen Reize in demselben Verhältnis stehen; die Ursache des Gesetzes läge dann in dem Reflex vermittelnden Apparat. Kurz, eine ganze Reihe von Annahmen genügen zur Stütze der Thatsache, dass bei gleichem Verhältnis der sensiblen Reize eine gleiche Aenderung in den reflektorisch ausgelösten Muskelspannungen eintritt; die Unterlage für eine Gleichschätzung der Unterschiede zwischen den von den sensiblen Reizen erweckten Empfindungen ist damit gegeben. Welche von jenen Annahmen — wir haben nur die denkbar einfachsten erwähnt — der Wirklichkeit voll entsprechen, wird mehr oder weniger naturwissenschaftlichen Untersuchungen vorbehalten bleiben müssen. Die Psychophysik hat sich

damit zu begnügen, dass sie das scheinbar unerklärliche sensorielle Phänomen auf das Gebiet des Muskelmechanismus hinübergeschoben hat und dort in bekannten, mechanisch verständlichen Vorgängen die Bedingungen für den erschlossenen Thatbestand findet, wenn auch die Erklärung des physiologischen Vorganges noch im einzelnen streitig ist.

Nun bleibt bei alledem scheinbar noch eine grosse Schwierigkeit übrig, denn unsere psychophysische Erklärung der Unterschiedsmessung mit Hilfe der sekundären Muskelspannungen erklärt ja noch in keiner Weise diejenige Erscheinung, von der die Psychophysik ausging: die Unterschiedsschwelle. Durch gleiche Muskelspannungsänderungen werden wir veranlasst, zwei merkliche Empfindungsunterschiede als gleich zu betrachten; aber dass zwei Empfindungspaare bei gleichem Reizverhältnis einen eben merklichen Unterschied aufweisen, das ist offenbar von den sekundären Spannungen unabhängig, denn wir können den eben merklichen Unterschied ja nur dadurch charakterisieren, dass er bei der geringsten Verkleinerung des Reizunterschiedes verschwindet. Das einzige Merkmal des eben merklichen Unterschiedes hat also mit der Grössenschätzung desselben nichts zu thun, kann mithin nicht in bestimmter Hemmungsänderung gesucht werden, sondern gründet sich auf eine Eigenschaft des Reiz percipierenden Centralapparates, da nur dieser es bedingen kann, dass zwei Reize bei geringerem Unterschied nicht zwei verschiedene, sondern eine einzige Empfindung auslösen.

Wir hatten gesehen, dass Intensitätsunterscheidungen dann entstehen, wenn qualitative Empfindungsänderungen von sekundären Spannungsänderungen begleitet sind; wenn aber die Empfindungen selbst keine qualitative Verschiedenheit zeigen, vielmehr identisch sind, so kann von ihnen natürlich auch keine Spannungsänderung ausgehen. Mag die Intensitätsunterscheidung und die Vergleichung der Intensitätsunterschiede von den Muskelspannungen abhängig sein, die

Unterschiedsschwelle gehört völlig in sensorielles Gebiet. Wenn wir aus Gesetzen der Muskelspannung begreifen können, weshalb zwei Empfindungsunterschiede uns gleich scheinen, sobald die Reize in gleichem Verhältnis stehen, so wird dadurch also noch nicht im geringsten erklärt, weshalb die Reize auch dann in gleichem Verhältnis stehen müssen, wenn die Empfindungen gerade eben als nicht identisch wahrgenommen werden sollen und gerade das war ja die erste Behauptung der Psychophysik.

Wir müssen es vorläufig geradezu als eigentümlichen Zufall bezeichnen, dass dasselbe Gesetz, welches für die gleichen Empfindungsunterschiede gilt, auch für die eben merkbare Verschiedenheit Geltung hat, denn dass der Punkt der eben merkbaren Verschiedenheit sich nicht mit demjenigen decken muss, bei welchem der kleinste messbare Empfindungsunterschied wahrgenommen wird, haben wir ja wiederholt gesehen. Halten wir aber dieses letztere im Auge, trennen wir zwischen den Fällen, wo wirklich der kleinste eben noch merkbare, aber in seiner Richtung erkennbare Empfindungsunterschied aufgesucht wurde und denen, wo lediglich eine eben merkbare Verschiedenheit festgestellt wurde, so ergibt sich, dass überhaupt nur für die ersteren Fälle das Weber'sche Gesetz gültig ist, für die letzteren es dagegen im allgemeinen nicht zutrifft. Aus der Vernachlässigung dieser notwendigen Trennung entstanden die so verschiedenartigen Behauptungen bezüglich der Gültigkeit des Weber'schen Gesetzes; die eine Methode bevorzugt diese, die andere jene Aussage, ja innerhalb derselben Methode kann die eine Versuchsperson unter der Unterschiedsschwelle das Reizverhältnis verstehen, bei dem sie gerade irgend eine inhaltliche Verschiedenheit bemerkt, während die andere Versuchsperson das Verhältnis aufsuchte, bei dem eine eben merkbare Unterschiedsempfindung von bestimmter Richtung vorliegt.

In vielen Fällen ist jetzt nachträglich eine Sonderung

natürlich unmöglich; in zahlreichen Fällen aber können wir doch teils aus der angewandten Methode, teils aus den Beschreibungen der inneren Vorgänge mit Sicherheit erschliessen, ob die Versuche sich auf das eine oder auf das andere beziehen. Wenn beispielsweise vorher gesagt wird, nach welcher Richtung sich der Reiz verändern wird, so wird die Versuchsperson den eben merkbaren Unterschied dort angeben, wo sie überhaupt eine Verschiedenheit merkt. Weiss sie dagegen nicht, nach welcher Richtung die Veränderung erfolgt und soll angeben, ob der zweite Reiz stärker, gleich oder schwächer als der erste ist, so wird sie einen Fall, wo sie zwar eine Verschiedenheit, aber keine bestimmte Unterschiedsempfindung wahrnimmt, zu den gleichen, richtiger zweifelhaften Fällen rechnen, und somit die Unterschiedsschwelle dorthin verlegen, wo die aus den Muskelspannungen stammende Unterschiedsempfindung als erkennbarer besonderer Faktor zu den beiden Reizempfindungen hinzutritt.

Es wäre die interessante Aufgabe einer besonderen Studie, das gesamte vorliegende Material über die Unterschiedsschwelle unter diesem Gesichtspunkt zu sondern. Das ist ja klar, dass wir zu der stets ausgeführten Verallgemeinerung des psychophysischen Gesetzes vom eben merkbaren Unterschied auf alle merkbaren Unterschiede nur dann allenfalls berechtigt sind, wenn es sich in denjenigen Versuchen bewährt hat, bei welchen unter Unterschiedsschwelle die eben merkbare Unterschiedsempfindung verstanden wird, da nur in diesem Falle es sich um gleiche Unterschiede handelt. Wird dagegen als Unterschiedsschwelle der Punkt eben merkbarer Verschiedenheit betrachtet, so haben wir nicht die geringste Berechtigung, die Verschiedenheit zwischen zwei Empfindungen der Verschiedenheit zweier anderer Empfindungen gleich zu setzen; wir könnten an den so gefundenen Unterschiedsschwellenwert gar keine Folgerung über das Reizverhältnis bei gleichen Empfindungsunterschieden anknüpfen.

Uebrigens wiederholt sich dasselbe Verhältnis in ähn-

licher Weise bei den stark merklichen Unterschieden; auch dort kann man ja natürlich von der muskulären Unterschiedsempfindung abstrahieren, und die Aufmerksamkeit völlig der qualitativen Verschiedenheit zuwenden. So konnten denn Langer, Hering, Brentano u. a. mit gewissem Recht behaupten, dass niemand den Zuwachs, der zu einem schwachen Reiz hinzukommt, dem zehnmal so starken Zuwachs gleich schätzt, der zu einem zehnmal so starken Reiz kommt. Wir schätzen in unmittelbarer Empfindung solche verschiedenen Zuwüchse gleich, wenn wir die aus Reizempfindungen und Muskelempfindungen sich zusammensetzenden Gesamtvorstellungen vergleichen und nennen sie ungleich, sobald wir nur die Empfindungsinhalte isoliert aufzufassen bemüht sind.

So viel ich nun sehe, verhält es sich in der That so, dass sich das Webersche Gesetz im allgemeinen dort bewährt hat, wo die eben merkbaren Unterschiedsempfindungen gemessen wurden und dort nicht, wo die eben merkbare Verschiedenheit in Frage kam. So scheinen mir die viel diskutierten Lichtversuche von Volkmann, Aubert, Helmholtz, Lamansky, Dobrowolsky u. a. sich mit der Konstatierung einer Verschiedenheit zu begnügen und dementsprechend nur unzureichend das Webersche Gesetz zu bestätigen, während die Gewichtsversuche von Weber und Fechner, die Konvergenzversuche von Wundt, die Sterngrössenbestimmungen, die Augenmassversuche, die Schallversuche von den verschiedensten Seiten so unternommen wurden, dass wirklich die Richtung des Unterschiedes erkannt werden musste; sie alle machen die Gültigkeit des Weberschen Gesetzes in hohem Masse wahrscheinlich.

Dass auch bei den Versuchen letzterer Art noch mannigfache Abweichungen vom psychophysischen Gesetz sich ergeben, ist nicht bestreitbar, aber die Abweichungen sind auf dem Boden der Spannungstheorie ohne weiteres verständlich, wenn wir die Möglichkeit erwägen, dass dem minimalen wahrnehmbaren Reiz, zumal, wenn ihm die Aufmerksamkeit

zugelenkt ist, eine überminimale Muskelspannung entspricht und ebenso die Reizhöhe, jenseits derer eine Reizverstärkung nicht mehr gemerkt wird, von einer untermaximalen Spannung begleitet ist. Ebenso werden wir leicht einsehen, dass die Versuche auf dem einen Sinnesgebiet exaktere Ergebnisse liefern müssen, als auf dem anderen, da beispielsweise der Schall — man denke an Tanz-, Marsch-, Trauermusik — zu den Spannungen und Entspannungen des Muskelsystems in sehr viel engerer, durch Reflexbahnen vorgebildeten Verbindung steht als etwa das Licht.

Trotz alledem müssen wir nun aber anerkennen, dass, so wichtig auch für die Prüfung der Unterschiedsschwelle jene prinzipielle Trennung zwischen der blossen Konstatierung einer Verschiedenheit und der Wahrnehmung einer bestimmten Unterschiedsempfindung ist, dass im allgemeinen doch beide sich decken; wäre das nicht so, dann wäre es ja auch unbegreiflich, dass diese Trennung bisher so völlig versäumt ist. In der That haben wir im allgemeinen eine eben merkbare Unterschiedsempfindung dann, wenn eine Verschiedenheit zwischen beiden Empfindungen eben merkbar ist; wir haben gesehen, dass kleine Abweichungen davon nicht selten vorkommen und können daran festhalten, dass um dieser Abweichungen willen die Versuche zur Prüfung des Weber'schen Gesetzes sich nur an die Unterschiedsempfindung halten müssen, aber im grossen und ganzen fällt die Schwelle der Unterschiedsempfindung mit der Verschiedenheitsschwelle doch zusammen. Wenn wir also zuerst es einen Zufall nannten, dass das Weber'sche Gesetz ungefähr sowohl für die eine wie für die andere Geltung hat, so müssen wir jetzt zufügen, dass diese Uebereinstimmung selbstverständlich ist, weil beide im allgemeinen identisch sind; so weit die Verschiedenheitsschwelle von der Unterschiedsschwelle abweicht, sehen wir in der That das Weber'sche Gesetz sehr ungenau zutreffen. Der Zufall ist nun aber bei dieser Auffassung doch nicht ausgeschaltet, er ist vielmehr nur in jenes andere Zusammen-

treffen verschoben, dass nämlich die eben merkbare Verschiedenheit und die eben merkbare Unterschiedsempfindung bei demselben Reizunterschied eintreten, obgleich die erstere eine Funktion des sensorischen, die letztere eine Funktion des motorischen Apparates ist. Die eine besagt, dass die beiden Reize centrale Erregungen auslösen, welche gerade eben als nicht identisch aufgefasst werden, die andere besagt, dass die beiden Reize reflektorische Muskelspannungen auslösen, zwischen denen die Spannungsänderung eine eben merkbare Unterschiedsempfindung hervorruft.

Wollten wir auch dieses zufällige Zusammentreffen zu einem notwendigen Zusammenhang erheben und einem allgemeineren Gesetze unterordnen, so bedarf es nur eines Schrittes, wenn dieser Schritt auch freilich uns bis an die äussersten Grenzen der Psychologie führt und nicht jeder geneigt sein wird, ihn mitzumachen. Ich meine nämlich, dass Verschiedenheitsschwelle und Schwelle der muskulären Unterschiedsempfindung nicht voneinander unabhängig sind und durch Zufall übereinstimmen, sondern dass die erstere von der letzteren vollkommen abhängig ist, derart, dass wir eine Reizverschiedenheit nur dann wahrnehmen, wenn wir beim Uebergang von einem Reiz zum andern einer Muskelempfindung uns bewusst werden. Tritt diese nicht hinzu, so werden wir uns im allgemeinen auch der Reizverschiedenheit nicht bewusst, denn, so überraschend es klingen mag, die Gesamtheit der psychischen Erscheinungen weist als letztes Prinzip, über das hinaus wir nicht vordringen können, die Thatsache auf, dass jeder Bewusstseinsinhalt eine Muskelempfindung verlangt. Eine Gehirnerregung, welche nicht von centripetalen Wirkungen gleichzeitiger oder centralen Nachwirkungen früherer Muskelarbeit begleitet ist, hat wohl ihre physiologischen Folgen, erweckt aber keinen Bewusstseinsinhalt. Jeder wirkliche Bewusstseinsinhalt verlangt Muskelempfindungen; dieselben unterdrücken heisst den Bewusstseinsinhalt verschwinden lassen, dieselben verstärken, heisst den Bewusst-

seinsinhalt lebhaft und klar hervortreten lassen. Unzählige Reize wirken ja fortwährend auf unsere Sinne und rufen Gehirnerregungen hervor, ohne ins Bewusstsein zu dringen, bis wir uns ihnen zuwenden, indem wir die entsprechenden Muskelempfindungen associieren; und wollen wir sie deutlich auffassen, so müssen wir die Aufmerksamkeit hinlenken, d. h. die Muskelspannungen verstärken. Jedes räumliche und zeitliche Auffassen, jedes Wahrnehmen und Denken, jedes Fühlen und Wollen verlangt Muskelempfindungen. Die Muskelempfindungen sind die Grundlage unserer Persönlichkeit und alles, was mit ihnen sich nicht verbindet, bleibt für unser Ich unbewusst, gleichviel ob man dem Nichtbewussten eine unvorstellbare psychische oder nur physiologische Existenz zuschreiben will. Auf dem Unterdrücken der Muskelempfindung beruht dementsprechend alle Hemmung, wie sie fortwährend sich als Wirkung anders gerichteter Aufmerksamkeit geltend macht; auf solcher Unterdrückung der Muskelempfindung mit daraus folgendem Wegfall der entsprechenden Vorstellungen beruht auch alle Suggestion. Beständige gleichförmige Eindrücke verschwinden aus unserem Bewusstsein, weil sie keine neuen Spannungsempfindungen mehr erzeugen; aus demselben Grunde gibt äusserst langsame Zunahme der Nervenreizung keine Empfindung.

Hier ist nicht der Ort, das weiter auszuführen; jenes letzte Prinzip des psychophysischen Geschehens selbst wieder psychophysisch zu begründen, ist überdies selbstverständlich ein unmögliches Verlangen. Wir müssen die Thatsache als letztes psychologisches Wissen anerkennen, jenseits dessen die Metaphysik und nicht mehr die Psychophysik zu argumentieren hat. Hier kam es uns ja nur darauf an, auf eine Auffassung hinzuweisen, derzufolge jede bewusste Vorstellung der begleitenden Muskelerregung bedarf. Wo keine Muskelempfindung in den Bewusstseinsinhalt eingeht, da verschwindet überhaupt jedes bewusste Erlebnis; es ist mithin nur ein Spezialfall eines allgemeinen Ge-

setzes, wenn auch die Empfindungsverschiedenheit lediglich bei begleitender muskulärer Spannungsempfindung wahrgenommen wird und somit dasjenige Reizverhältnis, bei welchem eben merkbare reflektorische Spannungsänderung eintritt, zugleich dasjenige sein muss, bei welchem überhaupt erst eine Verschiedenheit der Reize wahrgenommen wird.

So führt uns die Frage nach der Unterschiedsschwelle unmittelbar zu den tiefsten und letzten Fragen der Psychologie; die Untersuchung des psychophysischen Gesetzes, überhaupt die Untersuchung der Reiz- und Empfindungsunterschiede wird sich aber künftig von dem an Fehlerquellen so überaus reichen und zum Streit herausfordernden Gebiet der Unterschiedsschwelle möglichst fern zu halten haben, und dafür die übermerklichen Unterschiede zu ihrem wesentlichen Objekt machen, nachdem der Nachweis geliefert ist, dass da nicht nur die sehr beschränkte Methode der mittleren Abstufungen brauchbar ist, sondern aus vier beliebigen Reizstärken zwei vergleichbare Reizpaare gebildet werden können und dass vor allem die Versuche an Mannigfaltigkeit und Fruchtbarkeit überaus gewinnen, wenn Reizpaare aus disparaten Sinnesgebieten verglichen werden.

Es bleibt uns nur noch die Frage übrig, wie die bisherigen Versuche mit übermerklichen Unterschieden aufzufassen sind, eine Frage, die um so wichtiger ist, als gerade die neuesten Untersuchungen auf demselben Gebiet zu scheinbar widersprechenden Ergebnissen gelangt sind. Ebbinghaus nämlich kam in seiner schönen Untersuchung über die Gesetzmässigkeit des Helligkeitskontrastes ¹⁾ zu dem Ergebnis, dass in jedem mässig grossen Ausschnitt innerhalb des Gebietes der gewöhnlich vorkommenden Helligkeiten die objektiven Helligkeitszahlen annähernd eine geometrische Pro-

¹⁾ Ebbinghaus, In Sitzungsber. d. K. Preuss. Akad. d. Wiss. zu Berlin 1887. S. 995 ff.

gression bilden, wenn die entsprechenden Helligkeiten von uns subjektiv als äquidistant gesehen werden, ähnlich wie es Delboeufs Versuche und die Stärkemessungen des Sternenlichtes ergeben hatten. — Merkel findet dagegen in seinen vielseitigen Experimenten über die Abhängigkeit zwischen Reiz und Empfindung ¹⁾, dass für Lichtreize, und ebenso für Schallreize, die Methode der mittleren Abstufungen durchgängig einen Wert liefert, welcher dem arithmetischen Mittel näher liegt als dem geometrischen. Nach dem einen sind die Empfindungsunterschiede also dann gleich, wenn die Reize denselben relativen Unterschied aufweisen, nach dem andern, wenn der Reizunterschied dieselbe absolute Grösse hat.

Aber auch dieser scheinbar unlösbare Widerspruch fällt weg, sobald wir beide Arbeiten vom Standpunkt der Spannungstheorie vergleichen. Unter dem Empfindungsunterschied ist nämlich in beiden Fällen etwas ganz Verschiedenes zu verstehen. Nehmen wir an, es seien drei Reize a, b, c nach der Methode der mittleren Abstufungen herzustellen, so dass b in der Mitte zwischen a und c stehen soll, so lassen sich zwei Auffassungen dieser Aufgabe denken, die selbstverständlich zu ganz verschiedenen Ergebnissen führen. Man kann nämlich sich bemühen, b so zu wählen, dass der Unterschied zwischen a und b unmittelbar gleich dem zwischen b und c empfunden wird oder, wie wir jetzt sagen werden, so, dass die reflektorische Spannungsänderung beim Uebergang von a zu b gleich der ist beim Uebergang von b zu c. Unzweifelhaft ist diese Methode, die gestellte Aufgabe zu lösen, die nächstliegende und natürliche; Ebbinghaus hat sie ausschliesslich verwandt, ohne die Möglichkeit einer anderen Auffassung überhaupt zu berücksichtigen. In treffender Weise äussert er selbst: die Anschauung der Helligkeitsdistanzen verhält sich zu derjenigen der einzelnen Helligkeiten sehr

¹⁾ Merkel, In Philos. Studien Bd. IV. S. 541 ff., Bd. V. S. 245 ff. und S. 499 ff.

ähnlich wie die Anschauung einer räumlichen Strecke zu derjenigen der einzelnen Orte.

Die andere, ferner liegende Methode ist komplizierter. Man kann nämlich auch jede Empfindung für sich auffassen und den Unterschied zwischen dem Nullpunkt der Empfindung und der gegebenen Intensität durch eine Spannungsempfindung abmessen; auf diese Weise entstehen drei Spannungsempfindungen, die eine beim Uebergang von Null zu a , die zweite von Null zu b , die dritte von Null zu c , und die Aufgabe ist nun, b so zu wählen, dass jene zweite Spannungsempfindung in der Mitte zwischen der ersten und der dritten Spannungsempfindung steht, eine Aufgabe, welche nur mit Hilfe der Spannungsempfindungen zweiter Ordnung gelöst werden kann. Es ist selbstverständlich, dass der Wert von b jetzt ein anderer ist als bei der ersten Methode, bei der überhaupt nur die beiden Spannungsempfindungen $a - b$ und $b - c$ in Frage kamen, während jetzt $0 - a$, $0 - b$, $0 - c$ hervorgerufen und abgestuft werden. Diese etwas fremdartige, aber, wenn nichts vereinbart ist, durchaus zulässige Auffassung der Aufgabe beherrscht nun, wenn ich mich nicht täusche, die ganze Merksche Arbeit.

Schon aus dem Beispiel bezüglich der Gefühle geht das klar hervor. Merkel sagt: wenn wir zu den Summen 10 Mark und 1000 Mark diejenige nennen sollen, welche etwa die mittlere Wertschätzung erfahren würde, so werden wir nicht 100 Mark nennen, sondern eher einen Wert, der dem arithmetischen Mittel, 505 Mark nahe liegt. Der Gegensatz der beiden Methoden ist hier klar ausgesprochen. Eine mittlere Gefühlsabstufung der üblichen Art würde als Mitte zwischen 10 und 1000 in der That 100 Mark annehmen, weil die Unterschiedsempfindung, wenn unser Vermögen von 10 auf 100 Mark wächst, ungefähr dieselbe ist wie dann, wenn es von 100 auf 1000 Mark ansteigt. Merkel aber setzt die Mitte auf 505 Mark an, weil er eben unter mittlerer Abstufung gar nicht die subjektive Gleichschätzung der beiden Distanzen

versteht; dass der Uebergang von 10 zu 505 Mark für das subjektive Gefühl bedeutender erscheint als der von 505 zu 1000, würde auch er nicht bestreiten, er will nur eben nicht die beiden Gefühle beim Uebergang von einem zum andern vergleichen, sondern die drei Gefühle beim Uebergang von Null zu jedem der drei Werte.

Geradezu beweisend für diesen Sachverhalt ist nun die Thatsache, dass nach Merkel¹⁾, wenn uns zwei bestimmte Grenzen der Empfindungsstärken gegeben sind, zu der Aufgabe, eine mittlere Empfindung herzustellen, „jedenfalls auch noch die andere treten kann, diejenige Empfindung zu bestimmen, welche die mittlere Proportionale bildet“. Es wäre jedenfalls von grossem Interesse, fügt er hinzu, diese beiden Aufgaben experimentell durchzuführen und ihre Resultate einer vergleichenden Betrachtung zu unterziehen. Ich glaube, dass diese Doppelaufgabe von dem Standpunkt aus, den Ebbinghaus, Delboeuf, Wundt u. a. iustinktiv ohne weitere Diskussion eingenommen haben, überhaupt nicht existiert.

Die Erörterungen über die Abstufungsversuche haben früher niemals untersucht, ob die mittlere Empfindung oder die mittlere Proportionale der Empfindungen gesucht wurde, weil man nichts anderes finden wollte als diejenige Empfindung, welche von den beiden anderen in unmittelbarer Schätzung gleich weit entfernt scheint. Dieser Anforderung genügt aber nicht Merckels mittlere Empfindung, sondern seine mittlere Proportionale. Merkel übersieht das, weil er glaubt, zwischen Empfindungsunterschied und Empfindungsverhältnis trennen zu dürfen und nun die mittlere Proportionale bei gleichem Verhältnis, die Mitte dagegen an der Stelle des gleichen Unterschiedes ansetzt. Das sind aber Begriffe, die ganz fälschlich von den Reizen auf die Empfindungen übertragen werden, denn wir haben ja genugsam gesehen, dass es einen messbaren Empfindungsunterschied, der gewisser-

¹⁾ A. a. O. Bd. IV. S. 591.

massen in der Art des Reizunterschiedes durch Subtraktion erhalten wird, überhaupt nicht gibt. Jede Empfindung ist ein Bewusstseinsinhalt für sich, die stärkere enthält nicht die schwächere, ihre Distanz wird daher messbar überhaupt nur durch den Hinzutritt eines ganz neuen Elementes, der Spannungsempfindung. Die Vergleichung der hinzutretenden Spannungsempfindungen ist somit das einzige Mittel, zwei Empfindungspaare miteinander unmittelbar zu vergleichen; ob wir nun aber von zwei Empfindungspaaren, bei denen die Spannungsempfindung gleich ist, in der üblichen Weise ausagen, dass zwischen den Empfindungen gleicher Unterschied besteht, oder statt dessen behaupten, dass zwischen ihnen gleiches Verhältnis vorliegt, das ist ein sinnloser Wortstreit, der sich den Schein wirklichen Sinnes nur durch die Verwirrung von Reizeigenschaften und Empfindungseigenschaften erzeugt.

Ob wir also bei vollzogener mittlerer Abstufung die Gleichheit von $a - b$ mit der von $b - c$ als Gleichheit der Unterschiede oder als Gleichheit der Verhältnisse bezeichnen, ist gleichgültig; in jedem Falle kann darunter nur dasselbe verstanden werden, zwei getrennte Aufgaben, die zu verschiedenen Resultaten führen können, sind das nicht. Wenn Merkel b als mittlere Proportionale bezeichnen will, so ist mithin dagegen nichts einzuwenden, dann haben Delboeuf, Ebbinghaus u. a. stets mittlere Proportionale hergestellt. Er darf dann eben nur nicht glauben, dass seine mittlere Empfindung, die mit der mittleren Proportionale nicht identisch sein soll, ebenfalls aus einer Gleichmachung von $a - b$ und $b - c$ hervorgeht; solche Gleichsetzung ist nur bei einem einzigen b -Wert möglich, nicht bei zwei verschiedenen. Findet Merkel trotzdem einen zweiten b -Wert, so kann er mithin nicht dadurch entstanden sein, dass er $a - b$ gleich $b - c$ machte, sondern dadurch, dass er die Unterschiedsempfindungen $0 - a$, $0 - b$, $0 - c$ ins Bewusstsein rief, und nun nicht zwischen den drei Lichtempfindungen a , b , c , son-

dern zwischen jenen drei Unterschiedsempfindungen, richtiger zwischen den drei Spannungsempfindungen gleiche Distanzen abmass. Wie Merkel dazu gekommen ist, lässt sich leicht erkennen; diese problematische Methode musste sich einfach daraus ergeben, dass er, nicht wie die Vorgänger, simultane, sondern, aus aner kennenswerten Gründen, successive Reize benutzte und somit jeden Reiz isoliert auf sich wirken liess, so dass die Schätzung seines absoluten Wertes, d. h. die Abmessung seiner Entfernung vom Nullpunkt überaus nahe lag.

Gerade daraus musste sich auch Mer kels bisher unbekannte „Methode der doppelten Reize“ ergeben, von der ich getrost behaupten möchte, dass sie für die bisher übliche Methode der Distanzbeurteilung einfach sinnlos gewesen wäre. Thatsächlich ist sie eine mittlere Abstufung zwischen Null, erstem und zweitem Reiz, derart, dass wieder jeder Reiz für sich mit Null verglichen wird und gleiche Unterschiedsempfindungen zwischen den so entstehenden absoluten Distanzempfindungen angestrebt werden.

Die Mer kelsche und die Ebbinghaussche Aufgabe ist mithin von vornherein völlig verschieden; es ist also selbstverständlich, dass auch ihre Resultate different sind. Wenn Ebbinghaus, dem psychophysischen Gesetz entsprechend, gleichen Empfindungsunterschied bei gleichem Reizverhältnis konstatiert, so wird mithin sein Resultat durchaus nicht durch die Arbeit Mer kels umgestossen, der gleichen Empfindungsunterschied bei gleichem absolutem Reizunterschied findet, da nur Ebbinghaus den Empfindungsunterschied in der üblichen Weise auffasst, während Merkel ihm eine komplizierte andere Grösse substituiert. Die Versuche mit übermerklichen Unterschieden sprechen also, trotz Mer kels scheinbar abweichendem Ergebnis, im allgemeinen durchaus zu Gunsten des Weberschen Gesetzes: Gleicher Empfindungsunterschied bei gleichem Reizverhältnis.

Ich glaubte, die beiden Arbeiten etwas eingehender be-

sprechen zu müssen, nicht so sehr, um für die Gültigkeit des Weberschen Gesetzes einzutreten, als vor allem, um an einem Einzelfall deutlich zu zeigen, wie die Spannungstheorie in die verschiedenartigsten psychophysischen Untersuchungen Licht bringt. Die Differenz der beiden Auffassungen musste unverständlich, der Widerspruch der Ergebnisse musste unlösbar sein, solange die Bedeutung der Spannungsempfindungen für die Messung und Distanzvergleichung der Reizwahrnehmungen unbeachtet blieb. Auf der neuen theoretischen Grundlage gewinnt jede psychophysische Methode so erst ihre charakteristische Bedeutung, und die Differenzen der Resultate finden ihre natürliche Erklärung. Das aber wäre nicht das ungünstigste Ergebnis, wenn auf der neuen Grundlage im allgemeinen die bisher üblichen Methoden zurücktreten würden, der Streit um den eben merklichen Unterschied und die mittlere Abstufung verstummen würde und die Arbeitskräfte sich den mannigfachen Problemen zuwenden würden, die aus der Vergleichung von Reizverhältnissen in disparaten Sinnesgebieten sich ergeben, Probleme, die allein auf der Grundlage der Spannungstheorie gelöst werden können. Die oben dargestellten Versuche wollten ja nicht mehr sein als der tastende Anfang ihrer Bearbeitung.

Noch in anderer Weise aber gewinnt die dargestellte Auffassung der Empfindungsmessung und Distanzvergleichung für uns Bedeutung. Es schliesst sich damit eine Lücke in derjenigen Theorie des psychophysischen Lebens, welche, von aller Metaphysik sich fernhaltend, jegliche psychische Veränderung nicht als Veränderung des Bewusstseins, sondern als Veränderung des Bewusstseinsinhaltes auffasst und jede Aenderung des Bewusstseinsinhaltes als Begleiterscheinung eines physisch bedingten Gehirnvorganges ansieht. Wir haben früher gesehen, welche Gründe uns zu dieser Theorie führten, ja wie nur unter ihrer Voraussetzung eine, den Thatsachen der Geisteswissenschaften und denen der Naturwissenschaft gleichmässig gerecht werdende, Auffassung des psychophysi-

schen Lebens möglich ist. Wer nicht nur dem physisch bedingten Bewusstseinsinhalt, sondern auch dem aller Existenz als konstante Bedingung vorausgedachten physisch unbedingten Bewusstsein eigene Leistungen und Aenderungen zuschreibt, die den Bewusstseinsinhalt beeinflussen können, durchreißt damit den Kausalzusammenhang der Natur. Es galt daher zu prüfen, ob solcher konsequenten Theorie wirklich unüberwindliche Hindernisse entgegenstehen; diesem allgemeinsten Zwecke wollten sich unsere Experimente unterordnen und auf den verschiedensten Gebieten sahen wir, als Resultat der Versuche Thatsachen, welche von der herrschenden Theorie überhaupt nicht erklärt werden konnten, in unsere Theorie sich dagegen aufs einfachste einordnen liessen.

Die vorliegende Arbeit griff nun ebenfalls eine Spezialfrage heraus, die unserer Theorie Schwierigkeiten zu machen schien, die Frage nach der Schätzung der Empfindungsunterschiede. Nach der üblichen Auffassung, die dem Bewusstsein, d. h. der transcendentalen Apperception die verschiedenartigsten Leistungen beilegt, kommt der Empfindung gewissermaßen eine vom auffassenden Subjekt unabhängige Sonderexistenz zu, so dass die Empfindung unverändert bleibt, während sich die Auffassung derselben ändert. Durch Aufmerksamkeit, durch Ermüdung, durch Affekt, durch Kontrast u. s. w. soll sich die Empfindungsschätzung ändern können, während die Empfindung dieselbe bleibt. Aus unseren früheren Untersuchungen hat sich ergeben, dass davon nicht die Rede sein kann; dass wir die Empfindung überhaupt nur so annehmen können, wie wir sie in unserer Schätzung finden und wirkt die Aufmerksamkeit, die Ermüdung u. s. w. auf die Empfindung ein, so wird thatsächlich nicht das auffassende Subjekt, sondern das Objekt, die Empfindung selbst eine andere. Das, was die von der Schätzung unabhängige Empfindung sein soll, ist nicht das psychische Korrelat der Hirnerregung, denn diese geht eben der geschätzten Empfindung parallel, sondern das wäre ein absolut nicht existierendes

psychisches Korrelat der zum Gehirn gelangenden Nerven-
erregung.

Nur in einer Beziehung schien dennoch das Bewusstsein gegenüber dem Bewusstseinsinhalt, den Empfindungen freischaltend thätig: die Schätzung der Empfindungsunterschiede. Mag jede Empfindung und Empfindungsänderung auch physisch bedingter Bewusstseinsinhalt sein; die Beurteilung, wie weit die Empfindungen voneinander abliegen, ob die Distanzen gleich sind oder nicht, das kann unmöglich selbst wieder Bewusstseinsinhalt sein, das ist Funktion des Bewusstseins. Wer, wie unsere Theorie es will, das Bewusstsein ohne aktive Leistung auf die passive Wahrnehmung des gebotenen Inhaltes beschränkt, der hat in der That die Pflicht, sich darüber auszusprechen, wie denn nun die Unterschiedsmessung zwischen verschiedenen Empfindungen möglich sein soll.

Die dargestellten Experimente über Vergleichung von Reizpaaren in disparaten Sinnesgebieten haben nun ein entscheidendes Wort gesprochen. Sie lehrten, dass solche, bisher nie versuchte Vergleichung in exaktester Weise möglich ist. Wir haben hier nicht zu resumieren, was diese Vergleichung uns alles leistet und was sie versprach, nur das ist uns hier entscheidend, dass sie zu energischem Bruch mit der üblichen Auffassung führen musste, denn unmöglich können wir glauben, zwei gleiche Empfindungsdifferenzen vor uns zu haben, wenn wir den Unterschied zweier Lichtstärken dem Unterschied zweier Schallstärken gleich empfanden. Wir mussten vielmehr einsehen, dass der Unterschied zwischen den Empfindungen selbst hier nicht in Frage kommen kann, da sonst ein Lichtempfindungsunterschied stets nur gleich einem Lichtempfindungsunterschied sein könnte, dass vielmehr ein anderer Faktor hinzutreten muss, der den Uebergang von einer Empfindung zur anderen bei beiden Reizpaaren in gleicher Weise begleitet.

Eine grosse Reihe konvergierender Thatsachen bewies

uns nun, dass dieser Faktor derselbe ist, welcher aller physikalischen Messung von Raum, Zeit und Masse zu Grunde liegt, nämlich die Muskelempfindung. Jeder Reiz ruft sekundäre reflektorische Muskelspannungen hervor, die successive Wahrnehmung zweier verschiedener Reize bedingt mithin eine Spannungsänderung und diese Spannungsänderung erzeugt eine Spannungsempfindung, so dass die Vorstellung des Reizpaares eine Synthese aus den beiden Reizwahrnehmungen und der peripher angeregten Spannungsempfindung ist. Bieten sich uns zwei Reizpaare dar, gleichviel ob in demselben oder in verschiedenen Sinnesgebieten, so empfinden wir den Empfindungsunterschied beide Mal als gleich, wenn in beiden Vorstellungen die Spannungsempfindung identisch ist. Unsere Distanzschätzung zwischen Empfindungen ist mithin auch nichts anderes als die passive Wahrnehmung von Spannungsempfindungen, welche durch die, von den Reizen reflektorisch ausgelösten Spannungsänderungen in unserer Muskulatur, auf centripetalem Wege angeregt werden. Die Gesetze der Muskelthätigkeit bedingen es, dass die Spannungsänderungen und dementsprechend die Unterschiedsempfindungen dann gleich sind, wenn die Reize in gleichem Verhältnis stehen. Kurz, alle jene Leistungen der Empfindungsvergleichung, welche das unanfechtbare Privilegium der Apperception erschienen, ergeben sich als Funktionen des psychophysischen Reflexmechanismus, dessen Leistungen vom Bewusstsein passiv wahrgenommen werden, und damit ist die wesentlichste Lücke einer konsequenten psychophysischen Theorie geschlossen.

Akademische Verlagsbuchhandlung von J. C. B. MOHR (Paul Siebeck) in Freiburg i. B.

Die
Willenshandlung.
Ein Beitrag
zur
Physiologischen Psychologie.

Von
Dr. Hugo Münsterberg
Privatdocent der Philosophie an der Universität Freiburg.

Gr. 8. 1888. (V. 164 S.) M. 4. —

Der
Ursprung der Sittlichkeit.

Von
Dr. Hugo Münsterberg
Privatdocent der Philosophie an der Universität Freiburg.

Klein 8. 1889. (120 S.) M. 3. —

Gedankenübertragung.

Vortrag gehalten in der Akademischen Gesellschaft in Freiburg i. B.
am 10. Januar 1889

von
Dr. Hugo Münsterberg
Privatdocent der Philosophie an der Universität Freiburg.
Besonderer Abdruck aus den Berichten der Naturforschenden Gesellschaft
zu Freiburg i. B.

M. —. 80.

Akademische Verlagsbuchhandlung von J. C. B. MOHR (Paul Siebeck) in Freiburg i. B.

Die Principien
der
Wahrscheinlichkeits-Rechnung.

Eine logische Untersuchung

von

Dr. Johannes von Kries

Professor an der Universität Freiburg.

8. 1886. (XII. 298 Seiten.) M. 6. —

Einleitung
in die
Psychologie
nach
kritischer Methode

von

Dr. Paul Natorp

Professor an der Universität Marburg.

8. 1888. (129 Seiten.) M. 2.50.

Einleitung
in die
Psychologie
als
Wissenschaft

von

Dr. Heinrich Spitta

Professor an der Universität Tübingen.

8. 1886. (VIII. 154 Seiten.) M. 3.60.

Die
Kant'sche Philosophie
in
ihrer inneren Entwicklungsgeschichte

von

Dr. Konrad Dietrich.

I. Theil:

Naturphilosophie u. Metaphysik

Gr. 8. 1885. (IX. 294 S.) M. 3.50.

II. Theil:

Psychologie u. Ethik

Gr. 8. 1885. (VI. 200 S.) M. 2. —

Ph. Sp. 593 $\frac{1}{2}$

Beiträge

zur

Experimentellen Psychologie

von

HUGO MÜNSTERBERG,

Dr. phil. et med. a. o. Professor der Philosophie an der Universität Freiburg i. B.,
z. Zt. o. Professor der experimentellen Psychologie an der Harvard-Universität
zu Cambridge Mass.

HEFT 4.

Inhalt

Studien zur Associationslehre. — Kettenreaktionen. — Gedächtnisstudien.
— Zeitausfüllung. — Einfluss der Nervina auf die psychischen Leistungen.
— Vergleichung von Tondistanzen. — Grössenschätzung. — Mitbewegungen. — Psychophysiologisches. — Lust und Unlust.



FREIBURG I. B. 1892.

AKADEMISCHE VERLAGSBUCHHANDLUNG VON J. C. B. MOHR
(PAUL SIEBECK).

Akademische Verlagsbuchhandlung von J. C. B. Mohr (Paul Siebeck) in Freiburg i. B.

Beiträge
zur
Experimentellen Psychologie.

Von
Hugo Münsterberg,

Dr. phil. et med.,
a. o. Professor der Philosophie an der Universität Freiburg.

Erstes bis viertes Heft.

Gross 8.

Die „Beiträge“ teilen die experimentellen Untersuchungen mit, welche der Verfasser teils allein, teils in Gemeinschaft mit fortgeschritteneren Schülern, in seinem psychologischen Laboratorium ausgeführt hat.

Heft I.

1889. (XII. 188 S.) M. 4. —
Inhalt: Einleitung: Bewusstsein u. Gehirn. — Willkürliche und unwillkürliche Vorstellungsverbindung.

Heft II.

1889. (234 S.) M. 4. —
Inhalt: Zeitsinn. Schwankungen der Aufmerksamkeit. — Augenmass. — Raumsinn des Ohres.

Heft III.

1890. (122 S.) M. 3. —
Inhalt: Neue Grundlegung der Psychophysik.

Heft IV.

1892. (238 S.) ca. M. 4. —
Inhalt: Studien zur Associationslehre. — Kettenreaktionen. — Gedächtnisstudien. — Zeitausfüllung. — Einfluss der Nervina auf die psychischen Leistungen. — Vergleichung von Tondistanzen. — Grössenschätzung. — Mitbewegungen. — Psychophysiologisches. — Lust und Unlust.

Von demselben Verfasser sind in meinem Verlage erschienen:
Die Willenshandlung.

Ein Beitrag zur physiologischen Psychologie.

Gross 8. 1888. (V. 163 S.) M. 4. —

Der Ursprung der Sittlichkeit.

Klein 8. 1889. (120 S.) M. 3. —

Gedankenübertragung.

Vortrag gehalten in der Akademischen Gesellschaft
in Freiburg i. B.

Besonderer Abdruck aus den Berichten der Naturforschenden Gesellschaft
zu Freiburg i. B.

Gross 8. 1889. (IV. 23 S.) M. —.80.

Münsterberg, Hugo,

Beiträge zur experimentellen Psychologie

Bd.: 3

1890

Ph.sp. 593 I-3/4

urn:nbn:de:bvb:12-bsb11878922-0